14 | 2

inra

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES

ET VETERINAIRES DE THEIX

R. 1497

26.OC. 1982

BTT-50

ISSN 0395-7519

BULLETIN TECHNIQUE

N°49 SEPTEMBRE 1982

trimestriel

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES ET VETERINAIRES DE THEIX

BULLETIN TECHNIQUE

N°49 SEPTEMBRE 1982

C.R.Z.V. de Theix - 63110 BEAUMONT - Tel. (73) 92.42.63

Sommaire

Utilisation de l'ensilage de maïs par le poulain de boucherie
J. AGABRIEL, Catherine TRILLAUD-GEYL, W. MARTIN-ROSSET et M. JUSSIAUX..... 5

Ensilages de maïs et ammoniac anhydre. Conséquences au niveau de leur valeur azotée (PDI)
M. JOURNET, A. HODEN, R. PION, J. PRUGNAUD et C. DEMARQUILLY..... 15

Utilisation d'enzymes cellulolytiques pour prévoir la digestibilité des fourrages
Jocelyne AUFRERE..... 23

Valeur nutritive des légumineuses à graines pour les ruminants et utilisation par les vaches laitières
A. HODEN..... 27

L'ensilage pour les veaux d'élevage
J.L. TROCCON..... 33

Valeur alimentaire des pellicules de colza
M. THERIEZ et J.P. BRUN..... 41

Utilisation digestive des minéraux des fourrages pauvres traités par la soude ou par l'ammoniac
Josette ROUFFET, J.-P. DULPHY et J.-P. BARLET..... 47

Utilisation d'un ensilage d'herbe enrichi en ammoniac par des jeunes bovins en croissance
A. MULLER..... 51

Mise à l'herbe précoce des veaux laitiers nés à l'automne. 1. Influence du chargement sur les performances au pâturage et pendant la phase de finition
R. GIOVANNI..... 59

L'enquête éco-pathologique continue . 2. Le bilan automatisé de pathologie clinique en élevage laitier : un système d'objectivation des problèmes sanitaires
J. BARNOUIN, A. BOUVIER..... 69

Détermination de la teneur en iode total du lait
G. AUMONT..... 75

XIVèmes Journées du Grenier de Theix..... 79

Vient de paraître - Nouveautés I.N.R.A..... 83

Sommaire des publications des chercheurs du centre parues dans les annales de l'I.N.R.A..... 85

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1982 (49) 5-13

Utilisation de l'ensilage de maïs par le poulain de boucherie

J. AGABRIEL, Catherine TRILLAUD-GEYL*, W. MARTIN-ROSSET et M. JUSSIAUX*

Station des Productions bovines et chevalines
**Institut du Cheval, 19230 Arnac Pompadour*

Les premiers essais de production de poulains de boucherie (MARTIN-ROSSET, JUSSIAUX, 1977) ont permis de décrire d'une part, la croissance des poulains et pouliches des principales races lourdes françaises et d'autre part, les différents systèmes de production possibles d'animaux engraissés et abattus à des âges variant de 12 à 30 mois. Ils ont également permis de montrer, que l'ensilage de maïs était un aliment tout à fait envisageable comme ration de base du poulain et qu'il pouvait favoriser l'extension de ce type de production, par analogie avec ce qui s'est passé pour le taurillon.

La deuxième série d'essais a permis de préciser les modalités techniques d'utilisation de l'ensilage de maïs en vue d'obtenir :

. des poulains engraissés à l'auge et abattus à 10-12 mois,
. des poulains engraissés à l'herbe et abattus à 18-20 mois après un premier hiver de croissance modérée.

Nous allons considérer les deux facteurs qui déterminent la valeur alimentaire de l'ensilage de maïs pour le poulain de boucherie : d'une part sa valeur nutritive, d'autre part son ingestibilité.

I. Valeur nutritive de l'ensilage de maïs pour le cheval

Digestibilité et facteurs de variation :

La valeur nutritive de l'ensilage de maïs est élevée chez le cheval ; la digestibilité de la matière organique (d MO) et des matières azotées (d MA) sont respectivement de 70 p.100 et de 55 p.100 (MARTIN-ROSSET *et al.*, 1981). Elle est comparable à celle observée chez les ruminants (DEMARQUILLY, 1973) (tabl. 1).

TABLEAU 1

Digestibilité de l'ensilage de maïs
Comparaison cheval-ruminant

Digestibilité (100 × d)	d MO	d E	d MA
Cheval (MARTIN-ROSSET *et al.*, 1981)	70	67	55
Ruminant (DEMARQUILLY *et al.*, 1973)	71	68	51

La digestibilité de la matière organique est élevée car l'ensilage est riche en amidon qui représente environ 30 p.100 de la matière sèche totale de la plante entière alors que la part de cellulose brute reste limitée et inférieure à 22 p.100 de la matière sèche totale. Chez le cheval, l'amidon est très digestible (coefficient d'utilisation digestive compris entre 90 et 95 p.100) et la digestibilité apparente de la cellulose brute de l'ensilage de maïs varie entre 21 et 27 p.100 (MARTIN-ROSSET *et al.*, non publié).

C'est pourquoi la valeur nutritive de la plante entière de maïs varie avec son stade de récolte contrairement aux observations faites sur ruminants. Du stade laiteux au stade vitreux la proportion de grain dans la plante entière augmente de 20 à 45 p.100 sur la base de la matière sèche, la part d'amidon s'accroît parallèlement de 16 à 30 p.100 alors que la part de cellulose brute diminue de 23 à 17 p.100 (DEMARQUILLY, 1973). Chez les ruminants, l'augmentation

de digestibilité de la partie épi de la plante compense la diminution de digestibilité de la partie végétative. Chez le cheval, l'amplitude de la variation n'est pas encore connue.

En revanche, la digestibilité de l'ensilage de maïs ne varie pas lorsque la proportion d'aliment concentré de la ration s'accroît : les digestibilités de l'ensilage de maïs et du concentré sont additives (MARTIN-ROSSET *et al.*, non publié).

Valeur énergétique :

Le cheval est un monogastrique, environ 90 à 95 p.100 de l'amidon de l'ensilage de maïs sont digérés avant le caecum : d'abord partiellement au niveau de l'estomac, avec production d'acide lactique, puis essentiellement au niveau de l'intestin grêle, par voie enzymatique, pour donner du glucose (HINTZ *et al.*, 1971 ; WOLTER, 1975) dont le rendement énergétique (Energie nette/Energie métabolisable) doit être comparable à celui observé chez le porc. Les constituants pariétaux des parties végétatives sont digérés par les bactéries cellulolytiques au niveau du caecum et du gros intestin avec production d'acides gras volatils (AGV). Le rendement énergétique (Energie nette/Energie métabolisable) des AGV provenant de cette dégradation n'est pas connu, mais il doit être comparable à celui des AGV du rumen.

Dans ces conditions, la valeur énergétique moyenne d'un kg de MS d'ensilage de maïs (à 32 p.100 de matière sèche) se situe, pour le cheval, autour de 2,7 Mcal d'Energie Métabolisable (TISSERAND *et al.*, 1981) ou exprimée en énergie nette 0,87 unités fourragères cheval (UFC) (MARTIN-ROSSET *et al.*, non publié) (tabl. 2). Mais les besoins énergétiques du poulain à l'engrais sont élevés (AGABRIEL, MARTIN-ROSSET, ROBELIN, 1981), aussi est-il indispensable d'augmenter la concentration énergétique de la ration, en distribuant un complément énergétique à base de céréales.

Valeur azotée :

L'ensilage de maïs est pauvre en matières azotées totales environ 80 g MAT par kg MS. L'azote aminé ne représente que 50 g par kg de MS et l'azote aminé digestible 10 g par kg de MS (MARTIN-ROSSET, 1981) (tabl. 2).

Les besoins azotés du poulain en croissance sont élevés : la ration doit comporter 13 à 16 p.100 de protéines brutes de bonne qualité (BREUER, 1970 ; JORDAN, 1972 ; PULSE, 1973 ; YOAKAM, 1978). La lysine doit représenter 0,75 p.100 de la matière sèche de la ration (BREUER, 1970 ; HINTZ, 1971 ELLIS, 1980).

La couverture de ces besoins est assurée au niveau de l'organisme par des acides aminés provenant en majorité de la digestion enzymatique des matières azotées alimentaires dans l'intestin grêle. Une faible part provient de la dégradation dans le gros intestin des protéines microbiennes synthétisées dans le caecum à partir de l'azote soluble (ROBINSON et SLADE, 1974 ; SCHMIDT, LINDEMANN, MEYER, 1982). C'est pourquoi, TISSERAND *et al.* (1981) ont proposé de ne prendre en compte que la fraction d'azote aminé digestible des aliments pour exprimer leur valeur azotée chez le cheval.

Pour complémenter la ration, on utilisera de préférence une source d'azote, bien équilibrée en acides aminés indispensables pour la croissance : lysine et méthionine (tourteau de soja par exemple). Par contre, l'urée rajoutée directement dans l'ensilage comme source d'azote complémentaire n'est pas conseillée dans l'état actuel des connaissances. Chez le cheval adulte à l'entretien qui reçoit des fourrages pauvres elle est absorbée au niveau de l'intestin grêle et recyclée dans le gros intestin pour favoriser la synthèse microbienne (PRIOR, 1974). Mais chez le jeune, cette capacité à utiliser l'urée pour augmenter la rétention de l'azote est moins développée ; les fermentations du caecum ne sont sans doute pas encore suffisamment établies (SLADE, 1975) et il y a risque de toxicité.

Valeur minérale et vitaminique :

L'ensilage de maïs est pauvre en phosphore (2,5 g p.100 kg de MS) et en calcium (3,5 g par kg MS) alors que les besoins phosphocalciques du poulain sont élevés (BARLET, MEYER, 1981). Il est indispensable d'apporter un complément minéral complet qui permette d'assurer dans la ration un rapport Ca/P d'environ 1,6. Ce complément doit aussi apporter du cuivre et du zinc pour compenser les carences de l'ensilage. L'ensilage de maïs est également mal pourvu en vitamine A. Il apporte le plus souvent des carotènes considérés, chez le cheval comme de

TABLEAU 2

Valeur nutritive de l'ensilage de maïs chez le cheval

M S (g/kg)	E. Brute Mcal/kg MS *Digestibilité (100 x d)*	Valeur énergétique UFC/kg MS	Valeur azotée (g/kg MS)		Constituants organiques (g/kg MS) *Digestibilité (100 x d)*				Constituants minéraux (g/kg MS)			
			MAD	MAAD*	MO	MAT	MAA	CB	Ca	P	Mg	Na
320	4,5 *67*	0,87	50	10	950 *70*	90 *55*	50	160	3,5	2,5	1,5	1,2

* MAAD : matières azotées aminées digestibles.

(MARTIN-ROSSET *et al.*, non publié)

mauvais précurseurs de la vitamine A (FONNESBECK, 1967). Aussi est-il recommandé d'apporter 35 000 à 40 000 UI de vitamine A/jour pour un poulain de 12 mois. On peut également incorporer de la vitamine D à raison de 15 p.100 de l'apport de vitamine A.

II. Utilisation de l'ensilage de maïs par des poulains de boucherie

Conditions expérimentales :

De 1973 à 1981, six expériences ont été réalisées à la Station Expérimentale des Haras de Chamberet (Corrèze).

Le maïs plante entière ensilée a été produit sur le domaine de la Station Expérimentale situé à 300 m d'altitude. Les variétés utilisées appartenaient aux groupes de précocité 1 et 2.

Les principales caractéristiques des ensilages expérimentaux sont résumées au tableau 3 :

. la teneur en matière sèche de l'ensilage récolté a été faible les trois premières années, 25 à 26 p.100, mais plus élevée à partir de 1979 : 31 à 36 p.100 ;

. la teneur en cellulose brute a peu varié, 19 à 22 p.100 de la matière sèche, et le taux de matières azotées totales a été normal autour de 8 p.100 de la matière sèche sauf en 1979 ;

. la qualité de conservation a presque toujours été satisfaisante.

Chaque année les essais ont porté sur 20 à 90 poulains mâles tout venant, achetés au sevrage (tabl. 4). Les animaux pesaient à la mise en lot en moyenne 340 kg pour un âge moyen de 205 jours. Ils étaient maintenus en stabulation libre sur aire paillée par lots de 6 et disposaient de 6 m² par animal et de 0,60 m d'accès à l'auge.

Une phase de transition de trois semaines a été respectée pour que les poulains s'habituent à consommer de l'ensilage de maïs. Au cours de la période expérimentale, les animaux recevaient l'ensilage *à volonté* et un complément d'aliment concentré (céréales, tourteaux, minéraux, vitamines) qui a varié de 3,5 à 5,5 kg brut pour les poulains engraissés entre 7 et 12 mois, et de 1 à 3 kg pour ceux abattus à 18 mois à l'automne après une saison de pâturage.

Les poulains ont été abattus au CRZV de Theix. Nous avons mesuré le poids des carcasses, les différents rendements et leur état d'engraissement estimé soit par le gras de panne*, soit à l'aide de la dissection de la 14ème côte (MARTIN-ROSSET *et al.*, 1982).

Quantités ingérées - Facteurs de variation (tabl. 4) :

Les quantités d'ensilage de maïs ingérées par les poulains varient suivant les années de 3,5 à 6,3 kg de MS/jour lorsque la proportion d'aliment concentré dans la matière sèche totale ingérée est comprise entre 15 et 25 p.100, et de 2,5 à 5,5 kg de MS/jour lorsque la ration comprend 35 à 65 p.100 d'aliment concentré. Cependant, d'un lot à l'autre à même quantité d'aliment concentré, l'ingestion d'ensilage varie de près de 20 p.100.

Le niveau d'ingestion semblent diminuer légèrement avec le poids vif des poulains entre 300 et 500 kg mais de manière non significative (fig. 1) :

TABLEAU 3

Caractéristiques des ensilages de maïs utilisés

ANNEE	1973	1976	1977	1979	1980	1981
Composition morphologique de la plante : Variétés	INRA 260 DEKALB 202	DEKALB 202 LG 11 INRA 258 INRA 260	INRA 258 INRA 260 PRESTOR NK175	INRA 260 PRESTOR NK 175	PRESTOR NK 175	PRESTOR NK 175
Densité de semis (pieds/ha)	110 000	110 000	88 000	88 000	88 000	88 000
% d'épis dans la plante entière			63,3	63,1		
Composition générale :						
Teneur en MS (%)	24,8	26,3	26,2	36,4	35,0	31,0
MO % MS	-	95,21	96,51	96,72	96,53	97,29
Cellulose brute % MS	19,1	20,6	21,3	22,5	18,0	18,8
MAT % MS	9,0	8,1	8,3	6,7	8,2	7,9
Energie brute Mcal/kg MS	-	4,36	4,42	4,49	4,51	4,54
Qualité de conservation :						
pH	-	3,8	3,7	4,01	-	3,84
Acide acétique (g/kg MS)	-	16,6	28,32	5,92	-	9,40
NH_3 % N Total	-	12,7	8,89	5,81	-	13,62

* Gras adhérant à la face interne du sternum

TABLEAU 4

Quantités ingérées, poids vif et gain de poids vif des poulains

ANNEE	1973	1976			1977		1979				1980		1981
Nbre d'animaux	24	29	29	36	35	35	24	24	12	12	9	10	10
Age d'abattage (mois)	12	18	18	12	18	18	18	18	12	12	12	12	12
Durée expé.(j)	120	114	114	117	119	118	108	108	119	101	107	70	131
Poids initial (kg)	404	357	354	347	353	337	355	358	360	362	372	396	353
Poids final (kg)	505	432	434	463	414	446	415	454	491	489	507	495	499
Croissance (g/j)	842	658 ± 219	702 ± 151	992 ± 226	513 ± 217	924 ± 217	556 ± 127	889 ± 180	1101 ± 176	1257 ± 189	1262 ± 194	1414 ± 312	1115 ± 158
Quantité ingérée (kg MS/An/jour)													
. ensilage	3,56	4,90	3,55	2,57	4,20	3,21	5,18	6,32	4,82	3,58	5,48	3,76	4,70
. totale	7,12	5,80	6,23	7,05	5,09	5,85	6,09	8,11	7,94	8,40	8,60	8,67	7,73
Aliment concentré (%)	*50*	*15*	*43*	*64*	*17*	*45*	*15*	*22*	*39*	*57*	*36*	*57*	*40*
Efficacité alimentaire (kg MS/kg gain)	8,1	8,8	8,8	7,1	9,9	6,3	10,9	9,1	7,2	6,7	6,8	6,2	7,0
Abattage à 12 mois													
Poids carcasse froide (kg)	308,5 ± 31,3			272,8 ± 33,0					288,5 ± 28,6	294,0 ± 20,0	299,5 ± 12,9	297,8 ± 13,4	298,1 17,5
Rendement vrai (%)	70,6			67,2					68,0	68,6	68,3	67,9	67,7
Gras de pannes (kg)				3,6 ± 1,4					4,2 ± 1,9	5,0 ± 2,3	4,1 ± 1,2	4,3 ± 2,1	3,7 ± 0,8
Dépôts adipeux * dans la carcasse (%)				9,1					10,6	11,2	10,3	11,1	9,8

* *Estimation à partir de la dissection de la 14ème côte.*

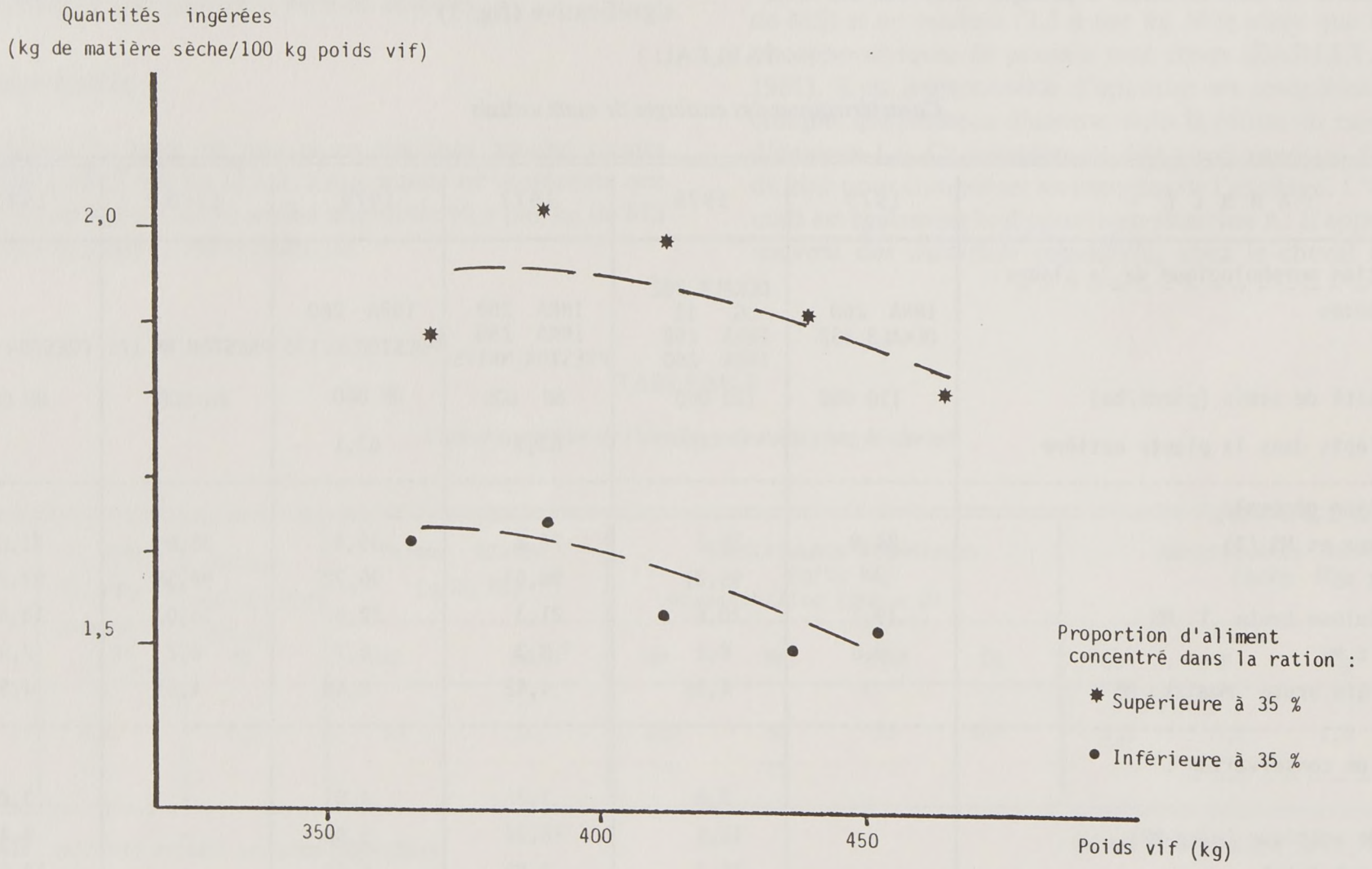

FIG. 1 : *Evolution des quantités totales ingérées en fonction du poids vif des poulains.*

Par contre, il dépend,

. de la teneur en matière sèche de l'ensilage,

. du niveau de la complémentation énergétique et azotée.

Influence de la teneur en matière sèche de l'ensilage (fig. 2)

L'ensilage de maïs doit avoir impérativement une teneur en matière sèche supérieure à 25 p.100. Si cette condition n'est pas respectée les poulains ont un niveau d'ingestion limité et irrégulier, car le transit digestif s'accélère ; cela se traduit par des diarrhées plus ou moins importantes ou des obstructions intestinales discontinues qui peuvent entraîner la mort.

Lorsque la teneur en matière sèche de l'ensilage s'accroît de 10 points de 26 p.100 à 36 p.100 la quantité d'ensilage ingérée augmente linéairement de 1,2 à 1,5 kg MS/100 kg PV ; l'efficacité alimentaire mesurée par la quantité de matière sèche totale ingérée par kg de gain de poids vif varie peu ou pas. Cette augmentation linéaire s'observe aussi bien pour de faibles (moins de 30 p.100) que pour de fortes proportions d'aliment concentré dans la ration.

Influence du niveau des apports en aliment concentré:

Les quantités totales de matière sèche ingérées par les poulains s'accroissent régulièrement lorsqu'on augmente la proportion d'aliment concentré dans la ration (fig. 3) et les quantités d'ensilage ingérées diminuent mais de façon variable suivant leur teneur en maitère sèche :

- lorsque l'ensilage a une teneur en matière sèche inférieure à 30 p.100, la quantité de fourrage ingérée décroît linéairement de 1,2 kg MS/100 kg PV à 0,60 kg MS/100 kg PV quand la proportion d'aliment concentré s'accroît de 15 à 60 p.100 dans la ration. Ainsi, pour un kg d'aliment concentré distribué en plus, la quantité d'ensilage de maïs consommée diminue de 0,61 kg de MS. Elle peut être calculée par l'équation suivante :

$$Y = 1{,}30 - 0{,}61\ X \qquad R = 0{,}97^{**}$$

Y correspond à la quantité d'ensilage de maïs ingérée en kg de MS/100 kg PV

X correspond à la quantité d'aliment concentré ingérée en kg de MS/100 kg PV.

Le taux de substitution est donc s = 0,61.

- lorsque l'ensilage de maïs a une teneur en matière sèche supérieure à 30 p.100 et que la proportion d'aliment concentré dans la ration s'accroît de 15 à 30 p.100, les poulains consomment en moyenne 1,4 kg MS/100 kg PV d'ensilage. Mais si la quantité d'aliment concentré s'accroît de 30 à 60 p.100, les quantités totales ingérées semblent passer par un maximum pour des proportions d'environ 45-50 p.100, le taux de substitution moyen s est de 0,81 et la quantité d'ensilage de maïs ingérée peut être calculée par l'équation :

$$Y = 1{,}75 - 0.814\ X \qquad R = 0{,}96^{**}$$

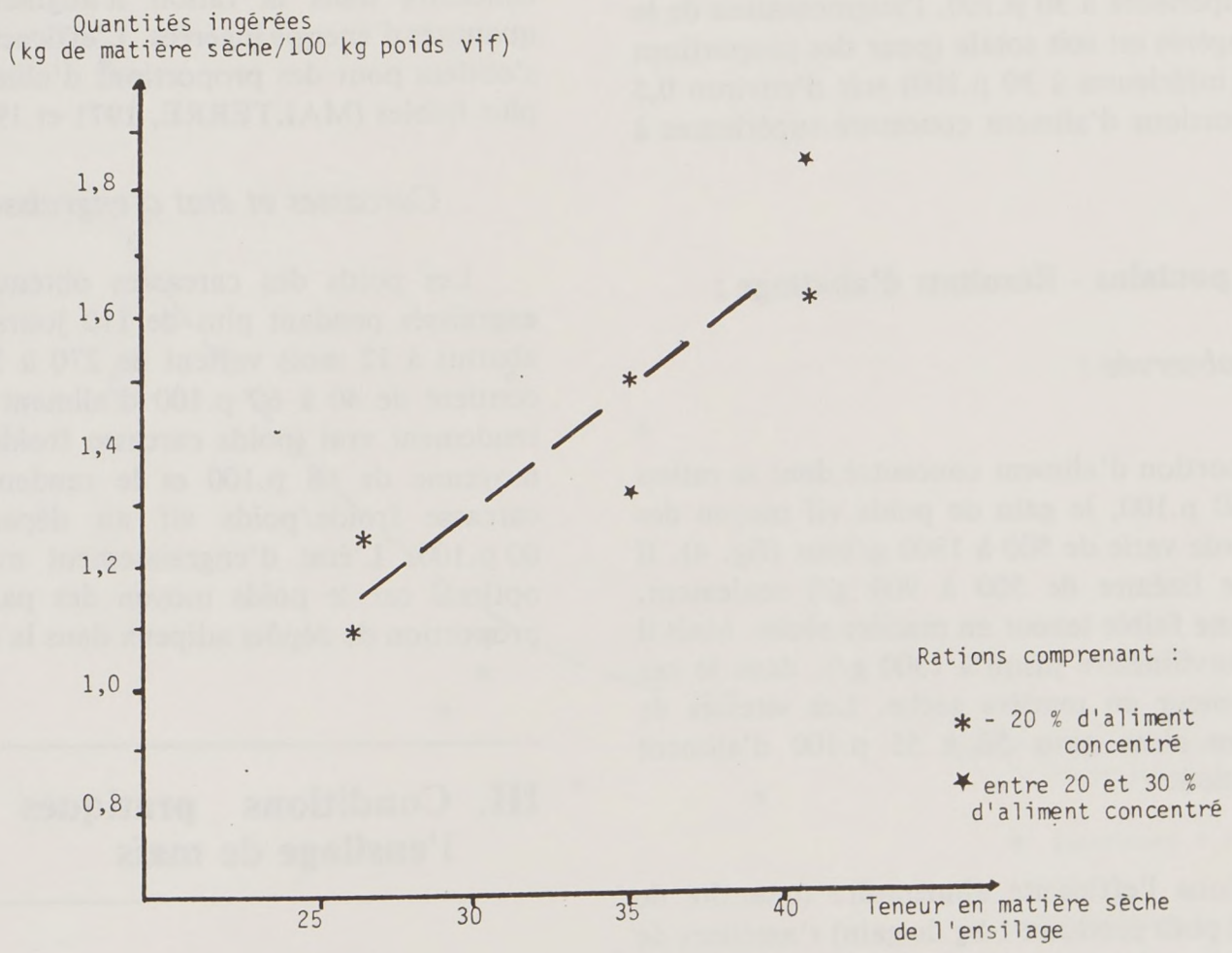

FIG. 2 : *Evolution de l'appétit en ensilage de maïs en fonction de la teneur en matière sèche.*

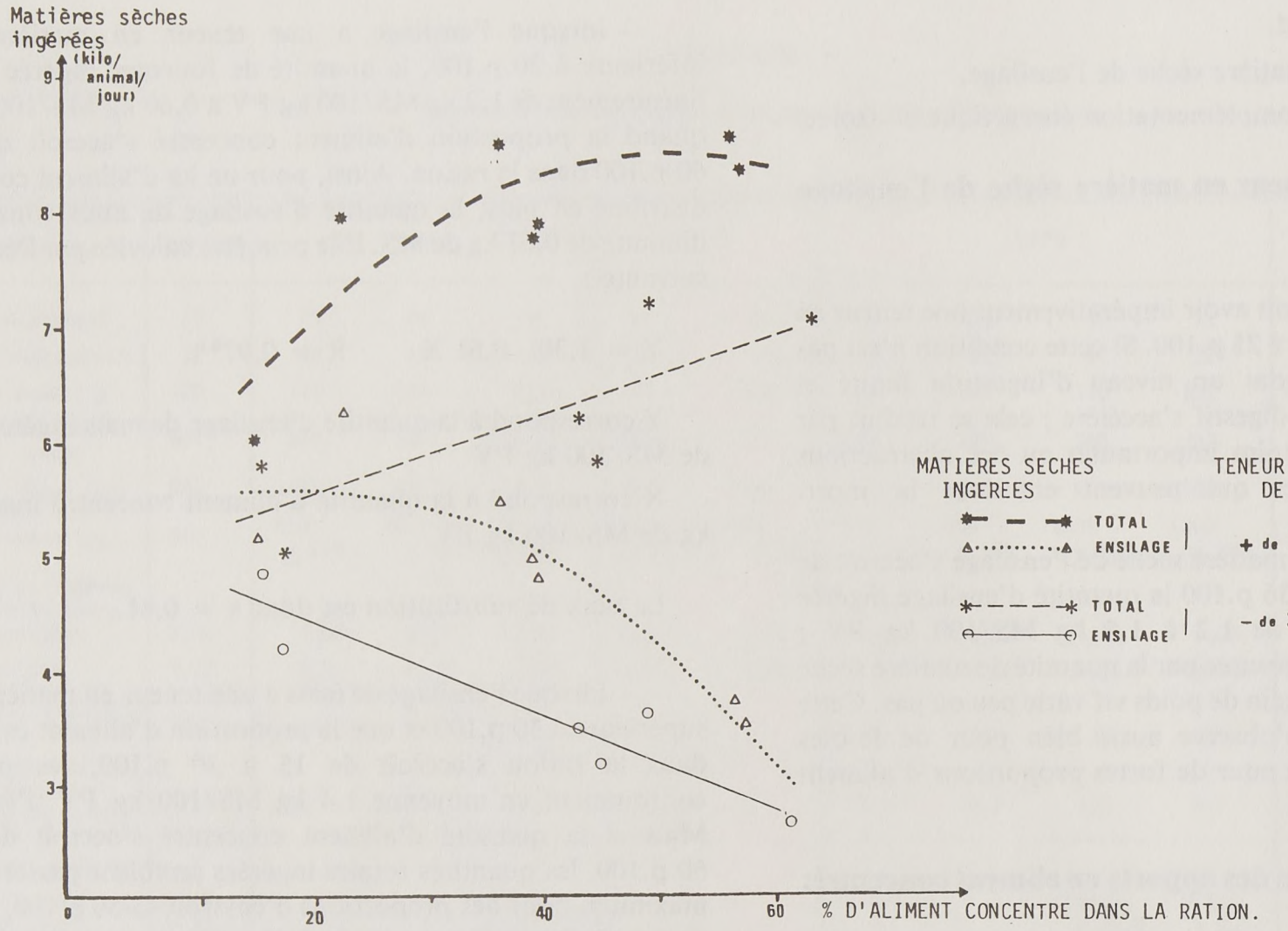

FIG. 3 : *Evolution des quantités ingérées en fonction de la part d'aliment concentré dans la ration et de la teneur en matière sèche de l'ensilage de maïs.*

Dans ces conditions, l'apport d'un kg d'aliment concentré complémentaire d'une valeur énergétique nette de 1,20 UFC (MARTIN-ROSSET, 1982) accroît la quantité d'énergie ingérée d'environ 0,7 UFC si l'ensilage de maïs a une teneur en matière sèche inférieure à 30 p.100. Mais si l'ensilage de maïs a une teneur en MS supérieure à 30 p.100, l'augmentation de la quantité d'énergie ingérée est soit totale (pour des proportions d'aliment concentré inférieures à 30 p.100) soit d'environ 0,5 UFC pour des proportions d'aliment concentré supérieures à 30 p.100.

Croissance des poulains - Résultats d'abattage :

. Croissance observée :

Lorsque la proportion d'aliment concentré dans la ration augmente de 15 à 60 p.100, le gain de poids vif moyen des poulains de race lourde varie de 500 à 1300 g/jour (fig. 4). Il s'accroît de manière linéaire de 500 à 900 g/j seulement, lorsque l'ensilage a une faible teneur en matière sèche. Mais il s'accroît de façon curvilinéaire jusqu'à 1300 g/j, dans le cas d'ensilage à forte teneur en matière sèche. Les vitesses de croissance plafonnent alors pour 50 à 55 p.100 d'aliment concentré dans la ration.

Dans ces conditions l'efficacité alimentaire (quantité de matière sèche ingérée pour produire 1 kg de gain) s'améliore de 10 kg à 6,5 kg lorsque la proportion d'aliment concentré augmente de 15 à 50 p.100 (fig. 5). Elle semble en outre indépendante de la teneur en matière sèche de l'ensilage. A cet optimum de 50 p.100 d'aliment concentré dans la ration, la quantité minimum d'énergie ingérée nécessaire est estimée à 7 UFC.

Ces résultats diffèrent sensiblement de ceux obtenus sur taurillons à l'engrais où l'augmentation de la part d'aliment concentré dans la ration n'augmente que légèrement les quantités d'énergie ingérées. L'efficacité alimentaire maximum s'obtient pour des proportions d'aliment concentré beaucoup plus faibles (MALTERRE, 1971 et 1976).

. Carcasses et état d'engraissement :

Les poids des carcasses obtenus à partir de poulains engraissés pendant plus de 110 jours à l'ensilage de maïs et abattus à 12 mois varient de 270 à 300 kg lorsque la ration contient de 40 à 60 p.100 d'aliment concentré (tabl. 4). Le rendement vrai (poids carcasse froide/poids vif vide) est en moyenne de 68 p.100 et le rendement commercial (poids carcasse froide/poids vif au départ exploitation) est de 60 p.100. L'état d'engraissement moyen des carcasses est optimal car le poids moyen des pannes est de 4 kg et la proportion de dépôts adipeux dans la carcasse est de 10 p.100.

III. Conditions pratiques d'utilisation de l'ensilage de maïs

L'ensilage de maïs est bien consommé par le poulain sevré, mais son utilisation reste conditionnée par quelques aspects pratiques qu'il convient de préciser.

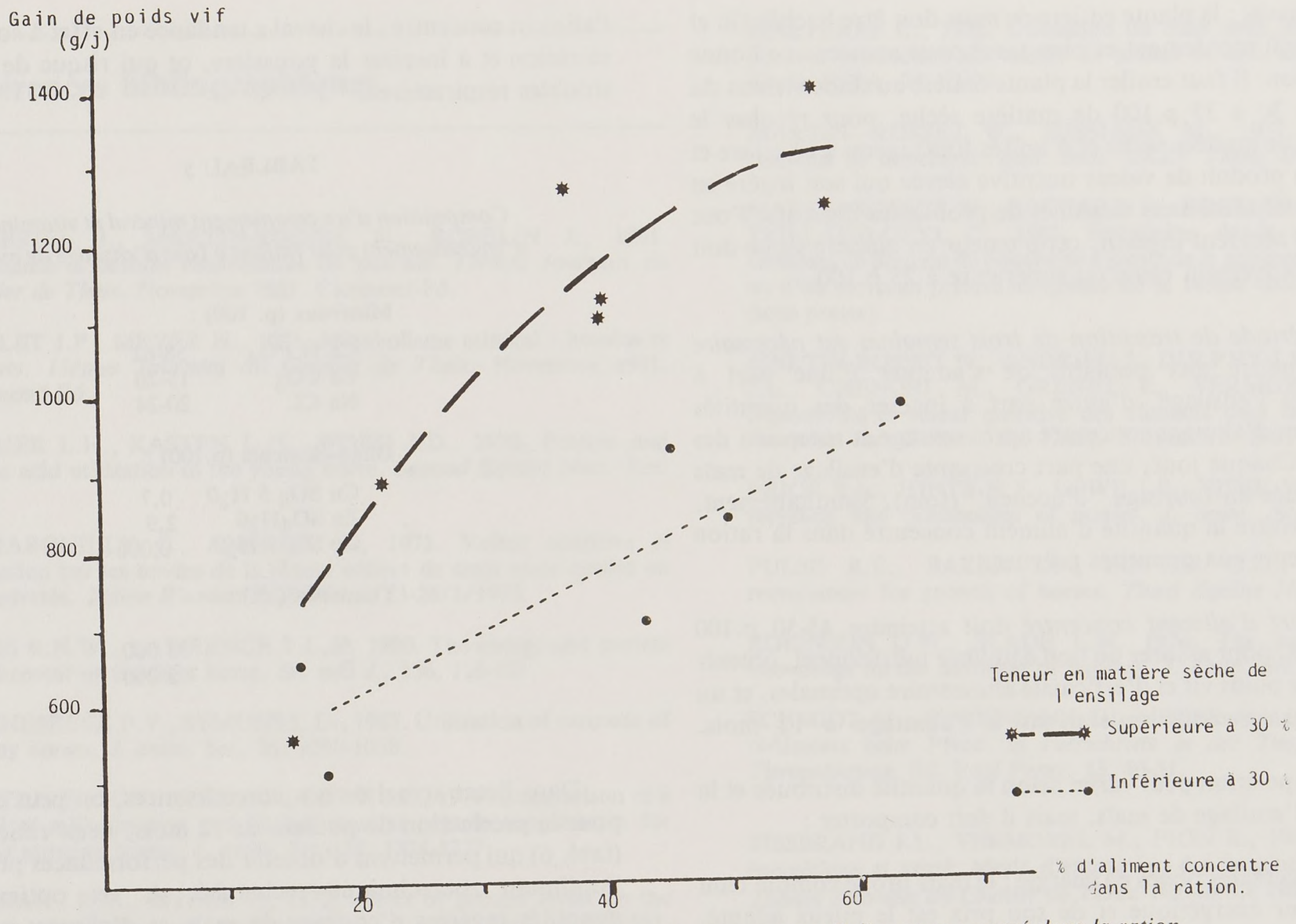

FIG. 4 : *Evolution du gain de poids vif en fonction du pourcentage d'aliment concentré dans la ration*

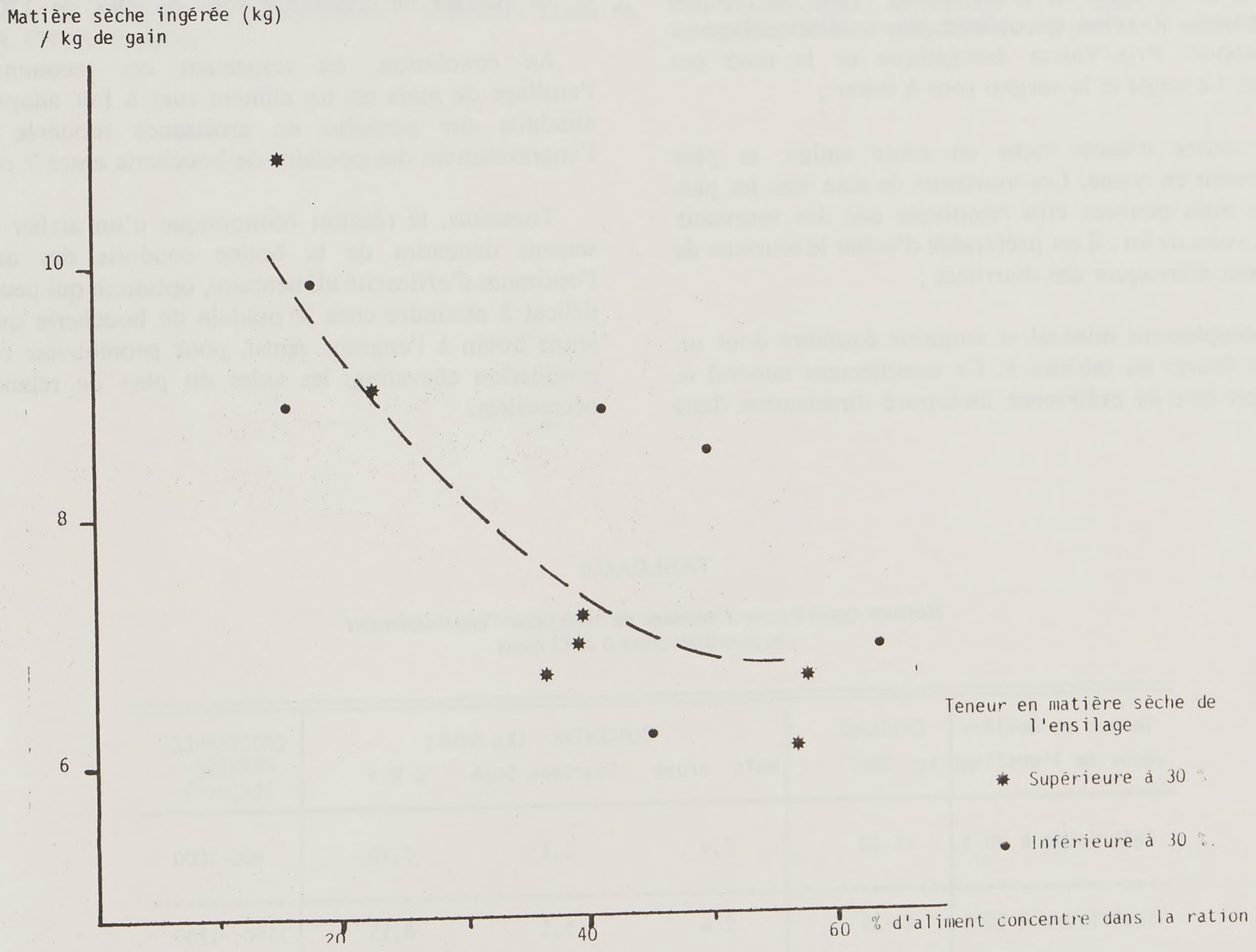

FIG. 5 : *Evolution de l'efficacité alimentaire en fonction de la part d'aliment concentré dans la ration.*

A la récolte : la plante entière de maïs doit être hachée fin et le silo rempli rapidement et bien tassé pour assurer une bonne conservation. Il faut ensiler la plante entière au stade vitreux du grain soit 30 à 35 p.100 de matière sèche, pour récolter le maximum de matière sèche et d'unités fourragères à l'hectare et obtenir un produit de valeur nutritive élevée qui soit ingéré en quantité suffisante sans entraîner de problèmes digestifs. Pour éviter tout accident digestif, cette teneur en matière sèche doit être impérativement égale ou supérieure à 25 p.100.

Une période de transition de trois semaines est nécessaire pour permettre aux poulains de s'adapter d'une part à consommer l'ensilage, d'autre part à ingérer des quantités importantes d'aliment concentré après sevrage et réception des animaux. Chaque jour, une part croissante d'ensilage de maïs est substituée au fourrage ''d'accueil'' (foin). Simultanément, il faut accroître la quantité d'aliment concentré dans la ration pour parvenir aux quantités prévues.

L'apport d'aliment concentré doit atteindre 45-50 p.100 de la ration, pour assurer un bon équilibre nutritionnel, obtenir les gains de poids vif et d'efficacité alimentaire optimales, et un état d'engraissement satisfaisant à l'abattage à 12 mois.

Sa composition peut varier selon la quantité distribuée et la valeur de l'ensilage de maïs, mais il doit comporter :

. des céréales riches en énergie ; le maïs broyé compte tenu de sa valeur énergétique et de son prix est le mieux adapté, l'orge concassée peut aussi être utilisé comme le blé mais pour cette dernière céréale son apport doit être limité à 30 p.100 de l'apport total de céréales prévu pour éviter les risques d'échauffement ; l'avoine est utilisée plus traditionnellement mais le rapport Prix/Valeur énergétique ne la rend pas intéressante. Le seigle et le sorgho sont à éviter ;

. une source d'azote riche en azote aminé, et plus particulièrement en lysine. Les tourteaux de soja sont les plus intéressants mais peuvent être remplacés par des tourteaux d'arachide, voire de lin ; il est préférable d'éviter le tourteau de colza qui peut provoquer des diarrhées ;

. un complément minéral et vitaminé équilibré dont un exemple est fourni au tableau 5. Ce complément minéral et vitaminé doit être de préférence incorporé directement dans l'aliment concentré : le cheval a tendance en effet à souffler sur sa ration et à inspirer la poussière, ce qui risque de créer des troubles respiratoires.

TABLEAU 5

Composition d'un complément minéral et vitaminé d'engraissement pour rations à base d'ensilage de maïs

Minéraux (p. 100) :

Ca H PO_4	58-62
Ca CO_3	15-20
Na CL	20-24

Oligo-éléments (p.100) :

Cu SO_4 5 H_2O	0,7
Zn SO_4H_2O	2,9
Co SO_4 7 H_2O	0,006

Vitamines (UI) :

A	35 000
D	5 000

Dans l'état actuel de nos connaissances, on peut conseiller pour la production de poulain de 12 mois, deux rations types (tabl. 6) qui permettent d'obtenir des performances proches de l'optimum zootechnique recherché. A cet optimum, les quantités ingérées d'ensilage de maïs et d'aliment concentré sont chacunes proches de 1 kg MS/100 kg PV, l'efficacité alimentaire est de 6,5 kg de matière sèche ingérée par kg de gain et les vitesses de croissance sont de plus de 1200 g/jour.

En conclusion, en respectant ces recommandations, l'ensilage de maïs est un aliment tout à fait adapté pour la conduite des poulains en croissance modérée ou pour l'engraissement des poulains de boucherie entre 7 et 12 mois.

Toutefois, le résultat économique d'un atelier d'engraissement dépendra de la bonne conduite des animaux à l'optimum d'efficacité alimentaire, optimum qui peut être plus délicat à atteindre chez le poulain de boucherie que chez le jeune bovin à l'engrais. Ainsi, pour promouvoir ce type de production chevaline, les aides du plan de relance restent nécessaires.

TABLEAU 6

Rations types à base d'ensilage de maïs pour l'engraissement des poulains entre 6 et 12 mois

Teneur en matière sèche de l'ensilage	ENSILAGE kg BRUT	CONCENTRE (kg brut) Maïs broyé	Tourteau Soja	C M V	CROISSANCE PERMISE (g/jour)
Inférieure à 30 %	12-13	2,4	1,1	0,15	800-1000
Supérieure à 30 %	13-15	2,4	1,1	0,15	1100 -1200

Références bibliographiques

AGABRIEL J., MARTIN-ROSSET W., ROBELIN J., 1981. Croissance et besoins alimentaires du poulain. *13èmes Journées du Grenier de Theix.* Novembre 1981. Clermont-Fd.

BARLET J.P., MEYER H., 1981. Métabolisme minéral : besoins et apports. *13èmes Journées du Grenier de Theix.* Novembre 1981. Clermond-Fd.

BREUER L.H., KASTEN L.H., WORD J.D., 1970. Protein and amino acid utilization in the young horse. *Second Equine Nutr. Res.*

DEMARQUILLY C., ANDRIEU J., 1973. Valeur nutritive et utilisation par les bovins de la plante entière de maïs verte ensilée ou déshydratée. *24ème R'union FEZ* Vienne 23-26/1/1973.

ELLIS R.N.W., LAWRENCE T.L.J., 1980. The energy and protein requirement of the light horse. *Br. vet. J.,* **136**, 116-121.

FONNESBECK P.V., SYMONS L.D., 1967. Utilization of carotene of hay by horses. *J. anim. Sci.,* **26**, 1030-1038.

HINTZ H.F., SCHRYVER H.F., LOWE J.E., 1971. Comparison of a blend of milk product and linseed meal as protein supplements for young growing horses. *J. anim. Sci.,* **33**, 1274-1277.

JORDANS R.M., MYERS V., 1972. Effect of protein levels on the growth of weanling and yearling ponies. *J. anim. Sci.,* **34**, 578-581.

MALTERRE C., LELONG C., HAUREZ Ph., 1971. Utilisation de l'ensilage de maïs pour la production de jeunes bovins in : *''La production de viande par les jeunes bovins''.* INRA-SEI Etude **46**, 253-278. CNRA Versailles.

MALTERRE C., 1976. Utilisation du maïs sous différentes formes pour la production de viande de jeunes bovins. *Bull. tech. CRZV Theix,* INRA, **24**, 63-74.

MARTIN—ROSSET W., JUSSIAUX M., 1977. Production de poulains de boucherie. *Bull. tech. CRZV Theix,* INRA, **29**, 13-22.

MARTIN-ROSSET W., BOCCARD R., ROBELIN J., JUSSIAUX, TRILLAUD-GEYL C., 1982. Estimation de la composition des carcasses de poulain de boucherie à partir de la composition de l'épaule ou d'un morceau prélevé au niveau de la 14ème côte. *Ann. Zootech.* (sous presse).

MARTIN-ROSSET W., ANDRIEU J., DULPHY J.P., TISSERAND J.L., CHENOST M., GRENET E., VERMOREL M., 1981. Digestibilité et valeur nutritive des aliments chez le cheval. *13èmes Journées du Grenier de Theix.* Novembre 1981. Clermond-Fd.

PRIOR R.L., HINTZ H.F., LOWE J.E., VISEK W.J., 1974. Urea recycling and metabolism of ponies. *J. anim. Sci.,* **38**, 565-571.

PULSE R.E., BAKER J.P., POTTER G.D., 1973. Protein requirement for growth of horses. *Third Equine Nutr. Res. Symp.*

ROBINSON D.W., SLADE L.M. 1974. The current status of knowledge on the nutrition of equines. *J. anim. Sci.,* **39**, 1045-1066.

SCHMIDT M., LINDEMANN G., MEYER H., 1982. Intestinaler N-Umsatz beim Pferd. in *Fertschritte in der Tierphysiologie und Tierernährung.* Ed. Paul Parey, **13**, 40-51.

TISSERAND J.L., VERMOREL M., PION R., 1981. Métabolisme énergétique et azoté. Mode d'expression des besoins et des apports. *13èmes Journées du Grenier de Theix.* Novembre 1981. Clermont-Fd.

WOLTER, 1975. *L'Alimentation du cheval.* Ed. VIGOT Frères Paris.

YOAKAM SS., KIRKHAM W.W., BENSON W.N., 1978. Effect of protein level on growth in young ponies. *J. anim. Sci.,* **46**, 983-991.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1982 (49) 15-22

Ensilages de maïs et ammoniac anhydre Conséquences au niveau de leur valeur azotée (PDI)

M. JOURNET*, A. HODEN*, R. PION**, J. PRUGNAUD** et C. DEMARQUILLY***
avec la collaboration de P. LECHOPIER**** et Françoise BARRE**

** Station de Recherches sur la Vache laitière*
INRA St-Gilles, 35590 L'Hermitage
*** Laboratoire d'Etude du Métabolisme azoté*
**** Laboratoire des Aliments*
***** Station de Pathologie de la Reproduction, INRA, 37380 Monnaie*

La technique d'adjonction d'ammoniac anhydre aux ensilages de maïs pour corriger leur valeur azotée se développe actuellement en France. Selon certaines estimations, le nombre d'hectares enrichis serait passé d'environ 150 en 1978 à plus de 13 000 en 1981 malgré les mauvaises conditions pédo-climatiques de l'automne. Les prévisions seraient de 20 000 à 25 000 ha pour 1982.

Dès 1979, à la demande du Ministère de l'Agriculture et de l'ITEB, nous avons utilisé cette technique, en liaison avec le Centre INRA de Tours, dans le but d'estimer la valeur azotée (PDI) des ensilages de maïs enrichis en ammoniac pour les ruminants. Il nous a semblé opportun de préciser les résultats obtenus, associés à ceux de la bibliographie, et d'effectuer des propositions concernant le mode d'estimation de la valeur PDI de tels ensilages.

Conditions expérimentales

A la Station INRA de Pathologie de la Reproduction de Tours ont été réalisés 2 silos de maïs fourrage de variété LG9 provenant d'une même parcelle. La récolte a eu lieu les 19-20 (silo Témoin) et 20-21 (silo Expérimental) septembre 1979. La quantité ensilée a été d'environ 200 tonnes par silo à une teneur en matière sèche comprise entre 28 et 30 p.100. Le fourrage destiné au silo expérimental a été enrichi en NH3 anhydre (82,3 p.100 d'azote) lors de la récolte à raison de 2,8 kg par tonne de produit frais soit un apport de 9,7 kg par tonne de matière sèche.

Un échantillon représentatif du produit frais a été constitué lors de la récolte et 6 autres prélèvements (3 Témoins + 3 Expérimentaux) ont été effectués lors de l'utilisation (début, milieu, fin) des ensilages. Chacun de ceux-ci a été réalisé en 9 points du front d'attaque des silos.

Ces 7 échantillons ont aussitôt été congelés dans de l'N liquide (-70°C pendant 24-48 h) puis conservés au congélateur (- 15°C). Les mesures classiques permettant de juger de la qualité de conservation (pH, acides gras volatils, N soluble, $N\text{-}NH_3$...) des ensilages ont été réalisées par les Laboratoires des Aliments et de la Production laitière à Theix. En outre, l'azote fermentescible (VERITE et DEMARQUILLY, 1978) a été déterminé et des mesures particulières sur les fractions azotées ont été réalisées au Laboratoire d'Etude du Métabolisme azoté de façon à avoir une estimation de la valeur PDI des ensilages.

Résultats

Les résultats des 3 prélèvements de chacun des types d'ensilage (Témoin et Expérimental) étant très comparables (tabl. 1) au niveau de l'ensemble des critères mesurés, nous pouvons raisonner sur les moyennes obtenues pour dégager les points suivants :

TABLEAU 1

Principales caractéristiques des ensilages de maïs enrichis ou non en ammoniac à l'INRA de Tours

Valeurs corrigées pour les pertes à l'étuve

Echantillons et dates	Plante verte	Ensilage Témoin 1980			Ensilage + NH_3 1980		
	20/09/79	03/01	14/01	26/01	15/02	03/03	15/03
Matière sèche (p. 100)	29,6	29,4	29,3	28,7	30,4	30,8	30,8
(N X 6,25) (p. 100 MS)	7,1	7,4	7,3	7,3	10,4	10,7	11,0
Protéines (1) (p. 100 N total)	66	35	38	39	35	37	35

(1) Résidu d'extraction par l'acide trichloracétique (TCA) à 10 p.100 à partir d'un échantillon lyophilisé - Résultats obtenus au Laboratoire du Métabolisme azoté.

TABLEAU 2

Principales caractéristiques des ensilages de maïs enrichis ou non en ammoniac à l'INRA de Tours

Ensilages de l'INRA de Tours - Valeurs corrigées pour les pertes à l'étuve

Echantillons	Ensilage Témoin (n = 3)	Ensilage + NH_3 (n = 3)
Matière sèche (p. 100).....	29,1	30,7
pH.....	3,78	4,00
(N X 6,25) total (g/kg MS).....	73	107
(N X 6,25) soluble (g/kg MS).....	38,4	61,5
(N X 6,25) $N-NH_3$ (g/kg MS).....	6,0	36,6
N soluble/N total (p. 100).....	52,3	57,3
$N-NH_3$/N total (p. 100).....	8,2	34,1
Acide lactique (g/kg MS).....	55,8	72,5
Pertes de produits volatils à l'étuve (p. 100).....	2,4	2,5
Fermentescibilité de l'azote (p. 100).	45	47
ACIDES GRAS VOLATILS (g/kg MS)		
- acétique (C_2).....	11,0	14,4
- propionique (C_3).....	0,08	traces
- butyrique (C_4 + iso C_4).....	0,38	0,21
ALCOOLS (g/kg MS)		
- méthanol.....	0,25	0,47
- éthanol.....	9,16	2,96
- propanol.....	0,38	0
- butanol.....	0	0

- Taux de fixation de NH_3

Lors de l'utilisation, la teneur en matières azotées (N X 6,25) de l'ensilage enrichi en NH_3 a été de 3,4 points plus élevée (tabl. 2) que celle de l'ensilage Témoin (10,7 contre 7,3 p.100). Dans ces conditions, le taux de fixation de l'NH_3 a été d'un peu plus de 68 p.100, puisque la quantité ajoutée représentait un équivalent de 5 points de matières azotées. Ce résultat correspond bien aux taux habituellement observés (60 à 70 p.100) dans les conditions de la pratique (ITEB, 1980 et 1981 ; ITCF, 1982).

- Qualité de conservation des ensilages (tabl. 2)

Les 2 ensilages sont d'une excellente qualité de conservation si l'on en juge par le pH (<4,0) et les caractéristiques fermentaires (teneurs en acides gras volatils inférieures à 15 g/kg MS). L'augmentation du pouvoir tampon de l'ensilage à l'NH_3 a provoqué une production plus importante d'acide lactique (+ 16,7 g/kg MS) ; ce qui a occasionné une réduction des teneurs en alcools (3,4 contre 9,8 g/kg MS). Ces résultats sont en accord avec ceux observés dans la bibliographie (tabl. 3). Pour les diverses comparaison réalisées (HUBER *et al.*, 1972, 1973, 1979 et 1980 ; ITCF, 1982 ; DEMARQUILLY et JOURNET, non publié), l'enrichissement des maïs en NH_3 se traduit en général par une augmentation du pH (0,1 à 0,3 unité), un accroissement de la production d'acide lactique (10 à 30 g/kg MS) et une réduction des teneurs en alcools (3 à 10 g/kg MS).

La quantité et la proportion (p.100 N total) d'azote ammoniacal sont évidemment plus élevées (+ 30 g et + 26 points respectivement) avec l'ensilage expérimental et ces critères ne peuvent plus être utilisés pour juger de la qualité de l'ensilage. La proportion d'azote soluble dans l'azote total n'a été en revanche que très faiblement augmentée (+ 5 points) par le traitement. Ceci est confirmé par les résultats de fermentescibilité de l'azote puisque celle-ci n'a été différente que de 2 points entre les 2 types d'ensilage.

Les résultats bibliographiques du tableau 3 sont en accord avec ces données et montrent que la solubilité de l'azote des ensilages enrichis en ammoniac est intermédiaire (55 p.100 environ de N total pour des teneurs voisines de 12 p.100 de N X 6,25) à celle observée avec les ensilages témoins (50 p.100 de N total) et ceux additionnés d'urée (60 à 65 p.100 de N total).

- Fractions azotées des ensilages

Les mesures effectuées sur la fraction N ammoniacal et les différentes fractions obtenues par extraction par l'acide trichloracétique (TCA) à 10 p.100 et leurs teneurs en acides aminés permettent de conclure :

1) que l'enrichissement en azote de l'ensilage traité à l'ammoniaque est dû pour une part importante (87 p.100) à l'N ammoniacal et pour le reste essentiellement à l'azote aminé. L'accroissement observé de 10 p.100 de la teneur en azote aminé (tabl. 4) entre l'ensilage témoin et l'ensilage à l'ammoniaque ne doit correspondre que pour une très faible part à une synthèse accrue de protéines microbiennes dans le silo. Celle-ci est en effet d'amplitude très réduite comme l'a observé HUBER (1979). Ceci est confirmé par le fait que les compositions en acides aminés des 2 ensilages sont semblables ; or, les bactéries sont très pauvres en histidine et beaucoup plus riches en lysine que les protéines de la plante de maïs (ensilage témoin) (tabl. 5).

2) que le traitement à l'ammoniaque a permis une réduction importante de la protéolyse dans le silo comme l'indique l'accroissement du rapport : N aminé des protéines/N aminé soluble (constitué par l'azote des acides aminés libres et des petites peptides, soit N aminé total - N aminé des protéines), qui est passé de 1,05 avec l'ensilage témoin à 1,69 pour l'ensilage traité.

3) que l'accroissement de 35 p.100 environ de la teneur en azote insoluble (31 p.100) ou en azote non fermentescible (43 p.100) est dû à la fraction N aminé protéique de la plante de maïs (réduction de la protéolyse), et qui a également augmenté de 35 p.100.

Ces résultats sont en accord avec ceux de HUBER *et al.*, (1979 et 1980) qui a également mis en évidence par la technique des micro-silos (silos de 9 à 50 kg de maïs enrichi) une réduction de la protéolyse, caractérisée par un accroissement de 24 p.100 de l'azote insoluble non ammoniacal (pour un enrichissement en N identique au nôtre), soit une augmentation de 10 g de MAT/kg MS, comparée à 9 g de protéines (TCA) dans notre essai (tabl. 6)

Mais HUBER *et al.*, ont également observé une fixation importante et sous une forme insoluble d'azote ammoniacal sur la plante de maïs ensilée ; ce qui a provoqué un accroissement considérable (de 48 p.100) de la teneur en azote insoluble de l'ensilage. On peut peut-être l'attribuer aux conditions particulières des micro-silos de laboratoire.

Cet auteur semble cependant avoir très bien mis en évidence que la réduction de la protéolyse est obtenue par une dose assez faible d'ammoniaque et qu'elle n'est pas accrue pour des doses élevées (fig. 1). En revanche, l'azote ammoniacal insoluble s'accroît avec la dose d'ammoniaque ajoutée.

Conséquences pratiques

- Estimation de la valeur PDI de l'ensilage additionné d'ammoniaque

Compte tenu des résultats obtenus, la valeur PDIA de l'ensilage de maïs additionné d'ammoniaque va s'accroître par suite de la diminution de la protéolyse de la plante de maïs ensilée, et la valeur PDIN va s'accroître encore plus par suite de l'enrichissement en azote ammoniacal et donc en azote fermentescible.

TABLEAU 3

Caractéristiques des ensilages de maïs enrichis ou non en urée ou en ammoniac

Résultats bibliographiques

Référence	Traitements	n	Matière sèche p. 100	Matières azotées g/kg MS	$\frac{N\ sol}{N\ t}$ p. 100	$\frac{N - NH_3}{N\ t}$ p. 100	pH	Acides - g/kg MS		Alcools g/kg MS
								acétique	lactique	
HUBER et al. 1972 1973 1979 1980	Témoin	5	31,3	84	44	7	3,83	23	72	-
	Urée	5	33,1	145	60	13	4,09	18	77	-
	NH_3	12	34,4	135	48	31	4,32	20	75	-
INRA, 1978	Témoin	55	30,6	77	48	6	3,79	14	52	22
	Urée	67	33,0	126	63	12	4,05	14	56	9
DEMARQUILLY et JOURNET, non publié	Témoin	2	37,8	84	40	6	4,15	10	47	7
	Urée	2	39,0	120	53	12	4,20	13	52	4
	NH_3 (Prosil)	2	39,7	110	50	21	4,30	11	55	4
ITCF, 1982	Témoin	4	30,3	83	48	7	3,8	22	65	12
	NH_3	4	31,5	144	59	35	4,1	20	91	2
ITEB, 1980	NH_3	42	26,2	123	59	27	4,0	38	109	-
ITEB, 1981	NH_3	44	30,9	124	53	25	4,1	20	100	6

TABLEAU 4

Accroissement des fractions azotées peu dégradables par les microorganismes du rumen sous l'effet du traitement de l'ensilage de maïs à l'ammoniac

- Ensilages de l'INRA de Tours

N X 6,25 g/kg MS	Ensilage témoin	Ensilage NH_3	$\frac{NH_3}{Témoin}$ X 100
Total.....	73	107	146
Insoluble.....	35	46	131
Non fermentescible in vitro	40	57	143
Protéique (1).....	26	35	135
Acides aminés totaux.....	39	43	110
Acides aminés des protéines (1)	20	27	135

(1) A partir du résidu d'extraction par TCA

TABLEAU 5

Composition en acides aminés des protéines

- Ensilage de l'INRA de Tours
(g p.16 g N)

	Plante Verte	Ensilage témoin n = 3	Ensilage + NH_3 n = 3
Ac. aspartique	7,9	6,9	6,9
Thréonine	4,95	4,4	4,25
Sérine	5,0	4,75	4,75
Ac. glutamique	15,55	15,1	16,0
Proline	7,35	7,5	7,45
Glycine	5,25	4,75	4,5
Alanine	7,05	6,9	7,25
Valine	5,65	5,3	5,6
Cystine	2,25	2,5	2,35
Méthionine	2,2	2,3	2,2
Isoleucine	4,05	3,9	3,95
Leucine	11,55	10,7	11,7
Tyrosine	4,75	4,55	4,75
Phénylalanine	5,8	5,55	5,45
Lysine	4,45	3,5	3,7
Histidine	2,5	2,1	2,2
Arginine	5,1	4,2	4,5

TABLEAU 6

Accroissements de diverses fractions azotées entre l'ensilage témoin et l'ensilage à l'ammoniac

Matières azotées (N X 6,25)	HUBER et al. (1979) (1)		Nos résultats	
	g par kg MS	p. 100 témoin	g par kg MS	p. 100 témoin
Total.....	35	130	34	146
Insoluble.....	21	148	11	131
Insoluble non ammoniacal.....	10	124	9 (protéique	135 TCA)

(1) moyenne des 2 doses les plus faibles

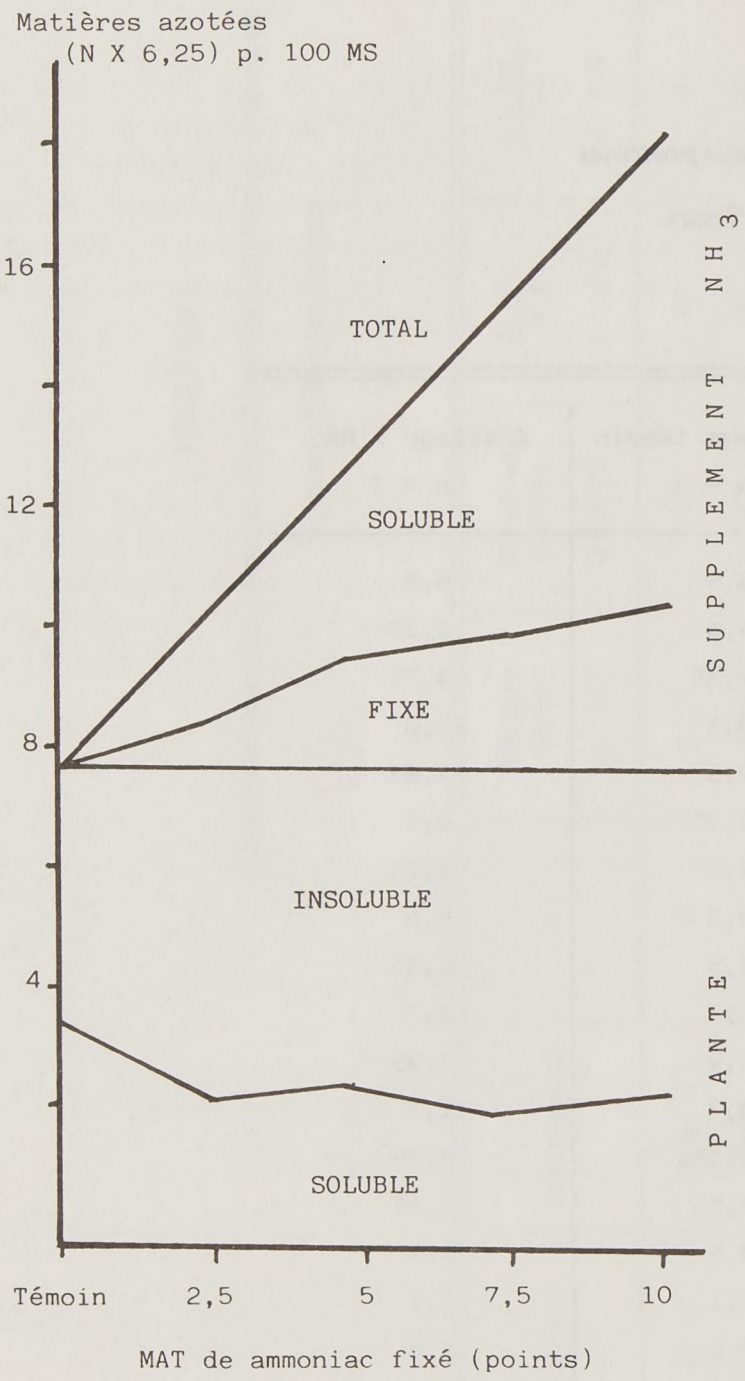

FIG. 1 : *Effets de l'addition d'ammoniac sur les diverses fractions azotées*

- Résultats de HUBER *et al.* (1979)

On peut estimer à environ 30 p.100 (35 p.100 d'augmentation des protéines alimentaires dont la digestibilité est de 75 p.100) l'accroissement de la valeur PDIA (soit de 20 g X 0,3 = 6 g/kg MS) pour un ensilage normal (INRA, 1978). Ce qui revient à considérer que la solubilité de la fraction azotée de la plante de maïs enrichie en ammoniaque est de 35 p.100 au lieu de 50 p.100 pour l'ensilage de maïs normal.

Il est ainsi possible de calculer les valeurs PDI (selon les équations INRA, 1978) de la partie plante entière enrichie en NH_3 en prenant l'exemple de l'ensilage de maïs des tables INRA dont la quantité de matières azotées (N X 6,25) est de 82 g/kg MS et en adoptant la solubilité de 0,35 pour ce type d'ensilage :

PDIN = 53 g et PDIE = 77 g par kg MS

Le déficit en N fermentescible est dans ces conditions de 24 g de PDIN (77-53) qui pourra être comblé par l'adjonction d'ammoniac dont la fixation devra correspondre à 43 g de matières azotées totales, compte tenu que l'azote microbien ne contient que 80 p.100 de protéines et que sa digestibilité dans l'intestin grêle est de 70 p.100 soit $\frac{24}{0,56} = 43$ g. La solubilité globale de l'ensilage de maïs enrichi en NH_3 est donc de :

$$S = \frac{82 \times 0,35 + 43 \times 1}{125} = 0,57 \text{ arrondi à } 0,55$$

L'application d'un tel coefficient de solubilité (S = 0,55 qui suppose que la totalité de l'NH_3 fixé est libéré dans le rumen) à tout ensilage de maïs enrichi en NH_3 dont la quantité en matières azotées ne dépasse pas 125 g par kg MS, permet d'estimer correctement la valeur PDI de cet aliment qui est alors au maximum de 77 g (PDIN = PDIE).

Pour toutes les teneurs en matières azotées supérieures, la valeur PDIE est inchangée puisque l'adjonction d'NH_3 supplémentaire est alors considérée comme apportant uniquement de l'azote fermentescible. Pour calculer la valeur PDIN supplémentaire, on prendra en considération la quantité de matières azotées (en g N X 6,25 par kg MS) supérieure à

125 g multiplié par 0,56 (INRA, 1978). Ainsi un ensilage de maïs enrichi en NH_3 et ayant une teneur en matières azotées de 15 p.100 aura la valeur azotée suivante :

en g/kg MS	PDIN	PDIE
— jusqu'à 125 g MAT (S = 0,55)....	77	77
- de 125 à 150 g MAT (S = 1) : (150 - 125) 0,56 g PDIN.....	14	0
- TOTAL.....	91	77

- Quantité d'ammoniac à ajouter à l'ensilage de maïs

Pour combler le déficit entre les PDIE et les PDIN, il est nécessaire d'apporter l'équivalent de 24 g de PDIN, soit la fixation de 8,3 g d'ammoniac anhydre par kg MS d'ensilage de maïs. D'après les observations faites par l'ITEB (1980 et 1981) et l'ITCF (1982) dans les suivis de chantiers d'incorporation d'ammoniac anhydre, nous pouvons adopter le taux moyen de fixation de l'ammoniac de 65 p.100, soit l'apport de 12 à 13 g d'NH_3 par kg MS d'ensilage de maïs. Ceci correspond à l'apport de 3 à 3,3 kg d'ammoniac anhydre par tonne de produit frais pour un ensilage à 25 p.100 de MS et de 3,6 à 3,9 kg pour un ensilage à 30 p.100 MS. Dans ces conditions, le taux de matières azotées totales de l'ensilage de maïs enrichi en ammoniac augmentera de 4,3 points et atteindra pratiquement 12,5 p.100 pour une plante ayant une teneur de 8,2 p.100 (table INRA, 1978).

Conclusion

L'adjonction d'ammoniac anhydre à 82,3 p.100 d'azote (5 147 g MAT et 2 882 g PDIN par kg) au maïs plante entière permet effectivement de réduire la protéolyse de la partie fourrage au cours du processus d'ensilage. Ainsi, la solubilité des matières azotées est à peine plus élevée que celle de l'ensilage normal non enrichi (55 p.100 contre 50 p.100). En conséquence, la fraction de protéines alimentaires (PDIA) et les possibilités d'incorporation d'azote non protéique par l'intermédiaire de l'NH_3 sont accrues. Pour une plante de maïs ayant une teneur en MAT de l'ordre de 8 p.100, on peut ainsi ajouter 12 à 13 g d'NH_3 par kg MS d'ensilage en supposant un taux de fixation de l'ammoniac de 65 p.100. Ceci permet d'obtenir l'équilibre entre les PDIE et les PDIN de l'ensilage de maïs et d'assurer un apport suffisant d'N fermentescible à la population microbienne du rumen. La valeur PDI de l'ensilage peut alors être estimée à 77 g/kg MS pour une teneur en matières azotées totales de 12,5 p.100.

En cas d'adjonction de doses supérieures d'ammoniac on peut considérer actuellement à la lumière des résultats de HUBER que l'effet de réduction de la protéolyse ne sera pas accru et en conséquence que la valeur PDIA (et donc PDIE) n'augmentera pas.

En revanche, il semble qu'une partie de l'ammoniac ajouté est sous forme insoluble dans l'ensilage sans qu'on sache s'il sera relibéré totalement au cours de la digestion dans le rumen. Dans ce dernier cas, on assisterait à un accroissement des matières azotées indigestibles et à une diminution de la quantité d'azote fermentescible dans le rumen et de la valeur PDIN de l'ensilage par voie de conséquence. Ce dernier point reste à vérifier. En attendant, il conviendra que les laboratoires d'analyses en série adoptent pour le calcul des valeurs PDI, des ensilages de maïs enrichis à l'ammoniac une solubilité des matières azotées de 0,55 quand la teneur en MAT est inférieure ou égale à 125 g/kg MS et une solubilité de 1,0 pour la part des matières azotées supérieures à 125 g.

On peut cependant supposer d'après les résultats de HUBER *et al.* (1979) que la diminution de la protéolyse ne se produit que s'il y a un minimum d'NH_3 fixé correspondant à un gain de 2 à 2,5 points de teneur en MAT et par là, que si la teneur en MAT du maïs enrichi en NH_3 atteint au moins 10 p.100. Pour des valeurs inférieures à 10 p.100, le calcul des PDI se fera donc à partir de la solubilité mesurée au laboratoire

Exemples :

- si la teneur en MAT est de 120 g/kg MS, la solubilité à adopter est de 0,55 ;

TABLEAU 7

Estimation de la solubilité de la partie plante entière de l'ensilage de maïs enrichi en ammoniac

- Ensilages de l'INRA de Tours -

N X 6,25 total provenant de NH_3 - g/kg MS.....	107 - 73	= 34
N X 6,25 soluble de l'ensilage NH_3 - g/kg MS.....	107 X 0,57	= 61
N X 6,25 soluble de la partie plante de l'ensilage NH_3 :		
- g/kg MS.....	61 - 34	= 27
- p. 100 N X 6,25 de la plante.....	$\frac{27 \times 100}{73}$	= 37

- si la teneur en MAT est de 140 g/kg MS, la solubilité à adopter est de

$$\frac{125 \times 0,55 + (140-125) \times 1,0}{140} = 0,60$$

- si la teneur en MAT est de 95 g/kg MS, prendre la solubilité mesurée au laboratoire.

Dans le cadre des essais, la teneur en MAT de la plante de maïs avant son enrichissement en NH_3 sera le plus souvent connue. Dans ce cas, il sera préférable de considérer que la solubilité des matières azotées de la plante est de 0,35 et que celle du supplément de MAT apporté par NH_3 est de 1,0.

Références bibliographiques

DEMARQUILLY C., JOURNET M. Etude de l'addition d'ammoniac anhydre (solution commerciale Prosil) à l'ensilage de maïs. Résultats non publiés.

HUBER J.T., FOLDAGER J., SMITH N.E., 1979. Nitrogen distribution in corn silage treated with varying levels of ammonia. *J. anim. Sci.*, **48**, 6, 1509-1515.

HUBER J.T., LICHTENWALNER R.E., THOMAS J.W., 1973. Factors affecting response of lactation cows to ammonia-treated corn silages. *J. Dairy Sci.*, **56**, 10, 1283-1290.

HUBER J.T., SANTANA O.P., 1972. Ammonia-treated corn silage for dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, **55**, 489-493.

HUBER J.T., SMITH N.E., STILES J., 1980. Influence of time after ensiling on distribution of nitrogen in corn silage treated with ammonia. *J. anim. Sci.*, **51**, 1387-1392.

I.N.R.A., 1978. *Alimentation des Ruminants.* Ed. I.N.R.A. Public., Route de St-Cyr, 78000 Versailles.

I.T.C.F., 1982. Traitement des ensilages de maïs par l'ammoniac anhydre et utilisation par les taurillons. C.R. Essai Boigneville 110 et 414.

I.T.E.B., 1980. Utilisation par les vaches laitières d'ensilage de maïs enrichi en ammoniac anhydre. Etude n°80052.

I.T.E.B., 1981. Enrichissement de l'ensilage de maïs en ammoniac anhydre. Etude n°81061.

VERITE R., DEMARQUILLY C., 1978. Qualité des matières azotées des aliments pour ruminants. In "*La Vache Laitière*", p. 143-157. Ed. INRA Publ. Route de St-Cyr- 78000 Versailles.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1982 (49) 23-25

Utilisation d'enzymes cellulolytiques pour prévoir la digestibilité des fourrages

Jocelyne AUFRERE
Laboratoire des Aliments

La digestibilité des fourrages varie selon l'espèce végétale et pour une espèce donnée selon le stade de végétation, l'âge ou le numéro du cycle. L'essentiel des résultats obtenus à l'INRA pour les fourrages verts a été présenté dans les ''Tableaux de la valeur alimentaire des fourrages'' (DEMARQUILLY et WEISS, 1970) et dans les ''Tableaux de la valeur nutritive des aliments'' (DEMARQUILLY, ANDRIEU et SAUVANT, 1978). Ces résultats ont été complétés par des équations permettant de prévoir la valeur nutritive et l'ingestibilité à partir de l'âge du fourrage ou de sa composition chimique classique (ANDRIEU, DEMARQUILLY et WEGAT-LITRE, 1981). Ces équations ne s'appliquent cependant pas à tous les fourrages, notamment à ceux des prairies à flore complexe : mélanges semés et prairies naturelles. Il faut alors avoir recours à d'autres méthodes de prévision, utilisables par les laboratoires.

Parmi les méthodes de laboratoire existantes, les méthodes microbiologiques (digestibilité *in vitro*) sont les plus précises mais elles sont hors de portée des laboratoires de série puisqu'elles nécessitent l'entretien d'animaux porteurs de fistules du rumen. Il est possible de s'affranchir de cette contrainte en utilisant des enzymes cellulolytiques dites ''cellulases'' fabriquées à partir de champignons. Les recherches actuelles ont deux objectifs principaux :

. d'une part, maîtriser les variations d'activité des préparations commerciales,

. d'autre part, trouver une ''cellulase'' et des conditions d'utilisation qui permettent d'avoir une équation de prévision unique pour tous les fourrages comme c'est le cas pour la digestibilité *in vitro* de TILLEY et TERRY (1963). La méthode que nous proposons répond en grande partie à cet objectif.

I. Méthode utilisée

Les traitements ont lieu dans des creusets de 90 ml (hauteur 12,5 cm, diamètre intérieur 3 cm) munis d'un filtre en verre fritté de porosité 2.

Ils comportent les deux étapes décrites par JONES et HAYWARD (1975) avec toutefois quelques modifications (J. AUFRERE, 1982) :

- un pré-traitement de 24 heures au bain-marie à 40° avec 0,2 p.100 de pepsine (MERCK, 7190, pouvoir digestif 1/10000) dans de l'acide chlorhydrique 1 N pour permettre une attaque plus facile par la cellulase. Pour cela, on utilise 50 ml de solution pepsine-HCl pour 500 mg d'échantillon broyé à la grille de 0,8 mm.

- après filtration et lavage à l'eau distillée, l'attaque avec la préparation cellulasique s'effectue dans 50 ml de tampon acétate de sodium 0,05 M à pH 4,6 pendant 24 heures au bain-marie à 40°. La préparation cellulasique choisie est extraite de *Trichoderma viride* : cellulase Onozuka R 10 (Yakult Pharmaceutical Industry Co LTD 21, SHINGI-KANCHO, NISHINOMIYA 622 - JAPAN) ; elle est employée à raison de 100 mg/100 ml de tampon.

Après filtration et rinçage, le résidu est séché à l'étuve à 103° pendant 48 heures, puis pesé. Le résidu représente l'indigestible à la pepsine-cellulase et nous appelons digestibilité par la pepsine-cellulase le pourcentage de matière sèche solubilisée par l'ensemble des deux traitements.

Un fourrage témoin est introduit dans chaque série et permet d'estimer les différences d'efficacité des traitements.

II. Application de cette méthode pour prévoir la digestibilité par la pepsine-cellulase

1 - La méthode mise au point a été appliquée dans un premier temps à 154 échantillons de fourrages verts et ensilés, de graminées, légumineuses et de prairies naturelles de digestibilité mesurée sur moutons (digestibilité *in vivo*). La digestibilité *in vivo* retenue pour les ensilages est la digestibilité non corrigée par les pertes de matières volatiles lors de la détermination de la teneur en matière sèche de l'ensilage par séchage à l'étuve puisque l'échantillon utilisé pour la détermination de la digestibilité par la pepsine-cellulase est un échantillon lui-même séché à l'étuve, mais il faut ensuite faire la correction pour les pertes à l'étuve lorsqu'on veut estimer la digestibilité d'un ensilage.

Les équations de régression entre la digestibilité *in vivo* de la matière organique et la digestibilité par la pepsine-cellulase ont été établies séparément pour les différents types de fourrages et les différents modes de conservation. Nous avons comparé ces équations par une analyse de covariance à deux facteurs (espèce végétale et conservation) en utilisant le modèle mathématique décrit par SEEBECK (1973) et il nous a été possible de proposer une équation de régression unique en faisant abstraction des trèfles violets (la pente de l'équation de prévision étant significativement différente dans ce cas).

L'équation de régression proposée est la suivante :

$$Y = 0{,}793\ X + \Delta_1 + \Delta_2 + 0{,}125 \pm 0{,}023 \quad r = 0{,}918 \quad n = 154$$

avec Δ_1 = effet conservateur
Δ_2 = effet variété

Δ_1 = + 0,002 pour un fourrage vert
= - 0,018 pour un foin
= + 0,016 pour un ensilage

Δ_2 = + 0,012 pour les graminées
= - 0,012 pour les luzernes

A même digestibilité par la pepsine-cellulase, la digestibilité *in vivo* est un peu plus élevée pour les fourrages verts que pour les foins et pour les graminées que pour les luzernes. Les différences restent cependant très faibles puisque les variations dues à la conservation et à la variété (Δ) restent comprises entre 0,016 et - 0,018 unité de digestibilité, de sorte que ces équations peuvent être utilisées sans leur Δ pour prévoir la digestibilité des fourrages, lorsqu'on ne connaît pas leur famille ou leur mode de conservation.

2 - Dans un deuxième temps, nous avons voulu vérifier la validité de ces équations en ajoutant une cinquantaine de fourrages aux 154 précédemment testés. Pour ces nouveaux fourrages, l'écart-type de la prévision de la digestibilité *in vivo* à partir de la digestibilité par la pepsine-cellulase n'est pas différent de celui de l'équation de prévision (S_R = 0,023 dans les deux cas), ce qui nous permet de proposer une équation globale (fig. 1).

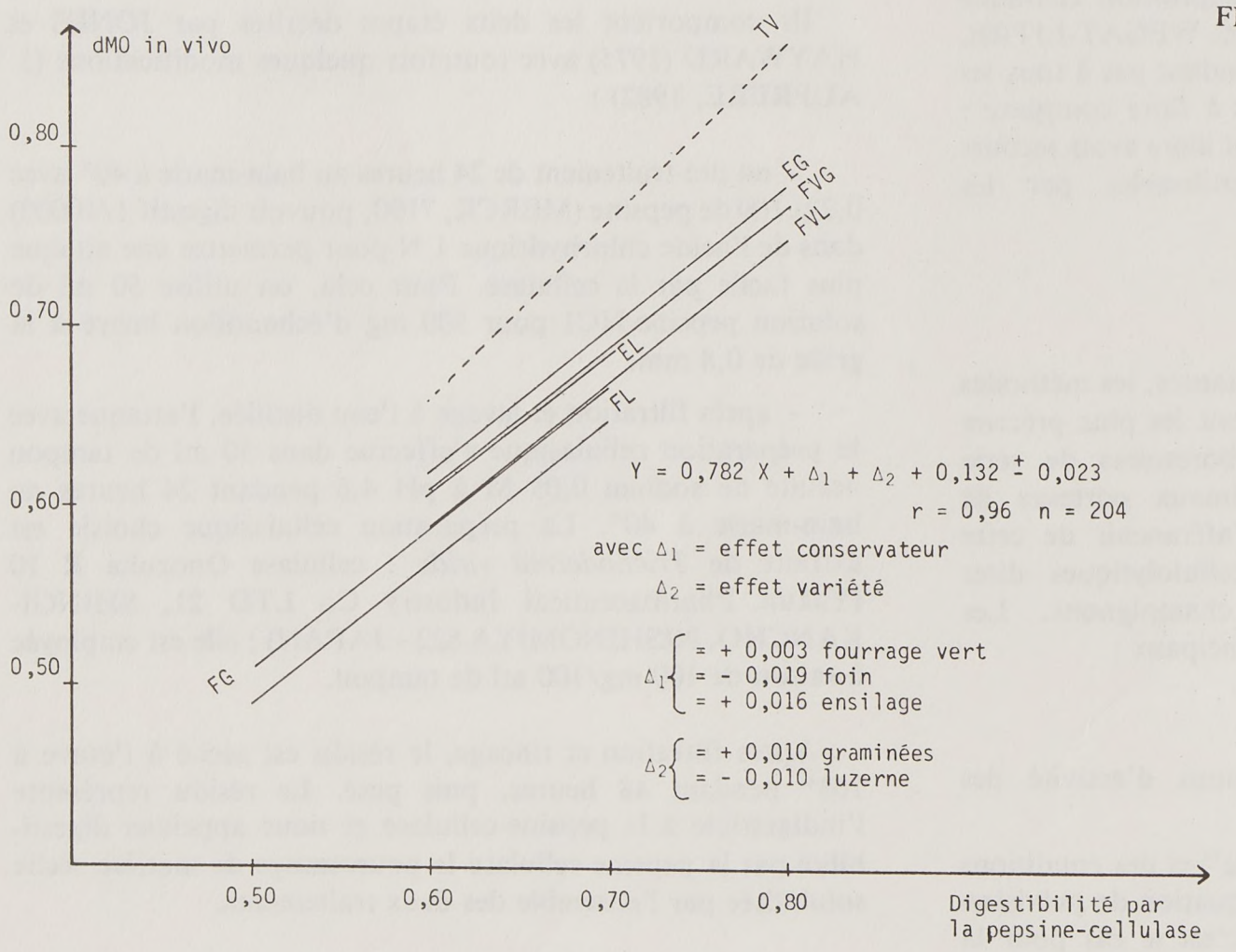

FIG. 1 : *Relations entre la digestibilité* in vivo *de la matière organique* (dMO) *et la digestibilité par la pepsine-cellulase (les résultats sont obtenus à l'ordinateur par le programme SEEBECK pour différents types de fourrages).*

Sur cette figure nous avons rajouté l'équation de régression pour les fourrages verts de trèfle violet (– – –).

FVG + fourrage vert de graminées
FVL + fourrage vert de luzerne
FG + foin de graminées
FL + foin de luzerne
EG + ensilage de graminées
EL + ensilage de luzerne
TV + fourrage vert de trèfle violet

Nous constatons que cette équation, bien que légèrement différente de la précédente, n'entraîne pas de modifications au niveau de la prévision de la digestibilité *in vivo*.

Toutefois ces équations ne peuvent être appliquées à tous les fourrages puisque l'équation à appliquer aux trèfles violets est la suivante :

$Y = 1{,}05\ X + 0{,}017 \pm 0{,}03$

Cette dernière relation étant établie pour des trèfles violets en vert, on ne sait pas si, comme pour les autres fourrages, il existe des petites différences entre les fourrages verts et les foins de trèfle violet.

III. Conclusion

En définitive, la méthode de digestibilité par la pepsine-cellulase proposée permet, à partir d'une seule équation de régression (fig. 1), de prévoir la digestibilité avec une précision équivalente à celle permise par la composition chimique mais en utilisant alors des équations spécifiques à chaque espèce, numéro de cycle de végétation et nature (fourrage vert, foin, ensilage) du fourrage (cf. ANDRIEU, DEMARQUILLY et WEGAT-LITRE, 1981). Elle peut donc rendre de grands services pour prévoir la digestibilité des fourrages des prairies à flore complexe d'autant qu'elle est, contrairement aux méthodes de digestibilité *in vitro*, facile à mettre en œuvre dans les laboratoires d'analyses en série puisqu'elle ne nécessite pas l'entretien d'animaux fistulisés, donneurs de jus de rumen. Ses principaux avantages par rapport aux autres méthodes basées sur la pepsine-cellulase proposées ces dernières années sont les suivants :

- la rapidité : deux traitements de 24 heures chacun, alors que les autres méthodes comportent le plus souvent deux traitements de 48 heures chacun ou l'un de 24 et l'autre de 48 heures,
- l'utilisation d'une équation de régression unique,
- la facilité de mise en œuvre, puisque toutes les opérations se font dans le même creuset filtrant, ce qui évite les transvasements et les récupérations des résidus sur un filtre ou les centrifugations. Elle explique en grande partie les très bonnes répétabilité et reproductibilité de la méthode.

Toutefois certains problèmes restent à résoudre :

1) avec les trèfles violets, le pourcentage de matière sèche solubilisée par la pepsine-cellulase est plus faible que pour l'ensemble des autres fourrages. Cette différence semble d'autant plus difficile à expliquer qu'elle n'a pas été signalée dans la bibliographie (JONES et HAYWARD, 1975).

2) L'équation mise au point a été ''calibrée'' sur des fourrages constitués essentiellement de graminées et de légumineuses. Son utilisation dans le cas de prairies naturelles, dont la composition floristique est différente (présence de dicotylédones autres que les légumineuses) est donc hasardeuse. Dans ce cas, il est nécessaire d'effectuer sur un minimum d'échantillons un calibrage à partir de mesures de digestibilité *in vitro*, par la méthode de TILLEY et TERRY, pour vérifier qu'on est en droit d'utiliser la digestibilité par la pepsine-cellulase.

Références bibliographiques

ANDRIEU J., DEMARQUILLY C., WEGAT-LITRE E., 1981. Tables de prévision de la valeur alimentaire des fourrages. XIe Journées du Grenier de Theix, in *''Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants''*, Ed. INRA Publications, 343-591.

AUFRERE J., 1982. Etude de la prévision de la digestibilité des fourrages par une méthode enzymatique. *Ann. Zootech.,* **31** (2), 111-130.

DEMARQUILLY C., WEISS Ph., 1970. *Tableaux de la valeur alimentaire des fourrages.* INRA, Etude S.E.I., n°42, 1-65.

DEMARQUILLY C., ANDRIEU J., SAUVANT D., 1978. Tableaux de la valeur nutritive des aliments. Chapitre 17. in *''L'Alimentation des Ruminants'',* INRA 1978, Ed. INRA Publications, Route de St Cyr, 78000 Versailles

JONES D.I.H., HAYWARD M.V., 1975. The effect of pepsin pretreatment of herbage on the prediction of dry matter digestibility from solubility in fungal cellulase solutions. *J. Sci. Food Agric.,* **26**, 717-718.

TILLEY J.M.A., TERRY R.A., 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Br. Grassld Soc.,* **18**, 104-109.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1982 (49) 27-31

Valeur nutritive des légumineuses à graines pour les ruminants et utilisation par les vaches laitières*

A. HODEN

I.N.R.A., Station de Recherches sur la Vache laitière
St Gilles - 35590 L'Hermitage

Les principales légumineuses à graines susceptibles de remplacer les sources de protéines classiquement utilisées (tourteaux) par les ruminants sont la féverole, le pois et le lupin. Si la composition chimique et la valeur nutritive de ces graines sont assez bien connues, il n'en est pas de même au niveau de leur utilisation par les vaches laitières. Les essais ont surtout été réalisés jusqu'ici à l'étranger (Canada) avec des proportions élevées d'aliments concentrés et les résultats français sont encore peu nombreux, en dehors des études réalisées par TISSERAND à l'ENSSAA de Dijon.

C'est pourquoi, après un rappel des principales caractéristiques de ces 3 graines de légumineuses, il nous est apparu opportun de dégager l'essentiel des connaissances acquises sur leur utilisation par les vaches laitières à partir des résultats bibliographiques.

I. Composition chimique et valeur nutritive

Les graines de féverole, de pois et de lupin sont des aliments d'une excellente valeur nutritive (INRA, 1978) en raison de leur richesse en énergie (>1,1 UFL ou UFV par kg MS) et de leur teneur élevée en matières azotées (25 à 40 p.100 N X 6,25/MS) ; comme l'illustre le tableau 1. La concentration énergétique importante est due pour la féverole et le pois à leur teneur élevée en glucides facilement digestibles et plus particulièrement en amidon (40 à 48 p.100 de la MS) tandis que pour le lupin dont la composition se rapproche plus de celle du tourteau de soja, elle s'explique par sa richesse en matières grasses (6 à 14 p.100/MS selon LENOBLE, 1979). Les teneurs en cellulose brute varient simultanément de 6 à 8 p.100 pour la féverole et le pois à 13 p.100 pour le lupin (tabl. 2).

TABLEAU 1

Valeur nutritive des graines de légumineuses
— par kg MS —

	UFL	UFV	PDINg	PDIEg	MADg
Féverole.....	1,13	1,11	186	135	248
Pois.....	1,17	1,16	169	131	220
Lupin.....	1,23	1,21	246	158	336
TOURTEAUX					
* soja 44.....	1,17	1,15	347	261	446
* soja 50.....	1,20	1,19	385	285	495

La valeur azotée de ces graines (tabl. 1), exprimée en PDIE, est intermédiaire entre celle des céréales (80 à 100 g PDIE) et des tourteaux de colza et de soja (200 à 280 g PDIE). Elles présentent en outre l'avantage d'être pratiquement équilibrées pour la production laitière (110 à 130 g PDIE/UFL). Ces graines sont naturellement bien pourvues en N fermentescible (60 à 70 p.100 de N total ; INRA, 1978) et sont de ce fait bien adaptées à la complémentation des régimes déficitaires en N soluble (foins graminées, ensilage maïs, paille...). Elles sont relativement bien pourvues en lysine mais présentent un déficit

* Texte également publié dans le compte-rendu de la journée "Légumineuses à graines" du 4 mars 1982 à l'ENSA de Rennes

important en acides aminés soufrés (MENDES PEREIRA et PION, 1977). Il serait peut-être néanmoins intéressant de protéger leurs protéines dans le cas où on voudrait destiner ces graines à des animaux à besoins élevés recevant des rations suffisamment riches en N fermentescible.

TABLEAU 2

Composition chimique des graines de légumineuses
— p.100 MS —

	Amidon (1)	Cellulose brute	N X 6,25	Matières grasses
Féverole	40	8,6	29,9	1,6
Pois	33 - 48	5,7	25,6	3,4
Lupin	0,3	13,3	38,2	7,4 (6 - 14)
TOURTEAUX				
* soja 44	0	8,8	48,5	2,6
* soja 50	0	4,5	53,8	2,6

(1) CERNING-BEROARD et FILIATRE (1977)

Toutes ces graines de légumineuses se caractérisent par de faibles teneurs en calcium (1 à 2 g/kg MS) compensées par des teneurs plus importantes en phosphore (4 à 6 g/kg MS). Elles sont par ailleurs carencées en la plupart des oligo-éléments.

II. Facteurs anti-nutritionnels ou toxiques

Les principaux facteurs anti-nutritonnels présents dans les aliments riches en protéines sont classés selon leur origine chimique dans le tableau 3 (VIROBEN, 1979). Chez les ruminants, les principales substances pouvant avoir une influence sur la valeur nutritive des aliments ou (et) sur les performances zootechniques des animaux sont les facteurs anti-trypsiques et hémagglutinants, les tanins et les alcaloïdes.

TABLEAU 3

Principaux facteurs anti-nutritionnels classés selon leur espèce chimique

I.- PROTEINES	
- Facteurs antitrypsiques - Hémagglutinines	soja, féverole, pois
II.- GLUCOSIDES	
- Thioglucosides	colza
- - Galactosides	colza, légumineuses
- Saponines	légumineuses
- Glucosides cyanogénétiques	manioc, lin
III.- POLYPHENOLS	
- Tannins	colza, sorgho, millet
- Gossypol	coton
IV.- ALCALOÏDES	lupin

G. VIROBEN (1979)

Les facteurs anti-trypsiques et hémagglutinants, analogues à ceux de la graine de soja sont présents chez le poids d'hiver et à un degré moindre dans celui de printemps et la féverole mais sont pratiquement inexistants chez le lupin (tabl. 4). L'activité anti-trypsiques est inactivée par la chaleur et ces 2 types de facteurs, d'après les nombreux travaux réalisés (MARQUARDT *et al.*, 1975 ; VALDEBOUZE, 1977 ; HOVE *et al.*, 1979...), ne semblent pas avoir d'influence néfaste sur les performances des ruminants.

TABLEAU 4

Facteurs anti-nutritionnels des légumineuses

	Activité antitrypsique TUI/mg	Activité* hémagglutinante mcg
Soja cru	60-74	0,3-1,2
Féveroles	4,2-7,3	10-20
Pois d'hiver	8,7-11,3	2,5-5
Pois de printemps	3,2-4,4	2,5
Lupin	<1	10000-20000

P. VALDEBOUZE (1976)

* poids de graines nécessaire pour provoquer une hémagglutination

Les tanins condensés, présents dans les téguments des graines de féverole (types à fleurs colorées), ne semblent pas avoir d'effets défavorables chez les ruminants comme l'ont montré les résultats obtenus par Mc LEOD (1974) et GIOVANNI (1975). Leur présence pourrait au contraire protéger une partie des protéines de la dégradation dans le rumen et augmenter la quantité de protéines alimentaires (PDIA) disponibles au niveau intestinal.

Seuls les lupins contiennent des alcaloïdes qui rendent les graines inappétentes en raison de leur amertume. La sélection actuelle (LENOBLE, 1979) a permis de proposer des variétés de lupin doux dont la teneur en alcaloïdes peut être considérée comme inoffensive.

En conclusion, on peut dire que chez le ruminant, les diverses substances antinutritionnelles ne semblent pas présenter d'effets dépressifs ni sur la qualité des produits obtenus, ni d'actions envers les performances zootechniques.

III. Utilisation par les vaches laitières

Si de nombreux essais ont été réalisés sur les ruminants en croissance ou à l'engraissement concernant l'utilisation des graines de légumineuses (GIOVANNI, 1982), peu l'ont été sur les vaches laitières.

Nous avons rassemblé les résultats disponibles sur ce sujet dans le tableau 5 en s'aidant de la revue bibliographique de A. DELACROIX (1980) que nous avons complétée. A partir de ces données, nous essaierons de dégager les principales conclusions concernant l'utilisation des légumineuses à graines par les vaches laitières.

TABLEAU 5

Utilisation des légumineuses à graines par les vaches laitières

AUTEURS année	CARACTERISTIQUES ESSAIS		REGIME COMMUN (2)	TYPES CONCENTRES		RESULTATS								
	Effectif et stade lactation (mois)	Type et durée période (sem.) (1)		Source azotée et (p. 100) (2)	MAT p.100 M.S.	QUANTITES INGEREES - kg MS					Lait kg	Lait 4% kg	TAUX - g°/oo	
						Ration base	Conc. total	Total % PV	graines kg MS	graines % MST			butyreux	protéines
INGALLS et Mc KIRDY, 1974	8 (1-3)	C.L. (4)	EMU +F.Luz (2,5 kg) + Cc ad lib. (maxi 16 kg/j)	T.S. (14,5) T.C. (19) F (17) + T.S.(7,5) F (35)	16,6 16,8 16,6 16,8	5,4 6,1 5,5 6,0	13,0 12,7 12,8 12,4	(3) 3,07 3,13 3,05 3,07	- - 2,2 4,3	- - 12 23	26,0 26,7 25,4 24,9	19,5 20,3 19,1 20,2	23,3 23,9 24,5 28,7	(4) 35,0 35,0 35,2 34,4
INGALLS et al, 1980	24 (1-3)	C. (10)	F. brome + EM + Cc - rapport 1/1/2	T.S. (16,5) F. (35)	19,1 18,9	8,8 8,8	7,9 8,1	2,75 2,86	- 2,8	- 17	20,7 19,1	20,1 18,3	38,8 36,7	(4) 34,5 34,7
	8 (1-2)	C.L. (4)	Cc + F. brome 50/50 et 70/30	T.S. (15) 50/50 70/30 F. (35) 50/50 70/30	19,6 19,6 	 9,0 5,6 9,0 5,7	 8,8 12,9 8,8 13,1	 2,99 3,09 3,03 3,15	 - - 3,1 4,6	 - - 17 24	 21,0 21,4 21,9 21,6	 19,7 19,3 20,8 20,0	 36,4 34,1 36,8 34,9	(4) 33,1 34,1 31,4 33,1
PELLETIER et BOUCHARD, 1978	8 (2)	C.L. (4)	EM) + Cc) 50/50 + F. pré (2,5kg)	T.S.(10,8)+U(1,2) F.(25) + T.S.(6,2) F. (40) P. (35) + T.S. (8)	19,3 17,2 17,7 19,1	10,7 10,7 10,7 10,3	7,2 7,1 7,2 6,8	2,97 2,97 2,98 2,91	- 1,8 2,9 2,4	- 10 16 14	22,7 22,5 22,7 21,7	19,7 19,6 19,2 19,3	31,3 31,5 30,3 33,3	30,0 30,3 28,4 29,4
	8 (2)	C.L. (4)		F. (25) + U (1,2) id + Formol P (35) + U (1,2) id + Formol	18,7 20,5 17,6 20,1	10,2 10,3 10,1 9,7	6,8 6,8 6,8 6,5	3,06 3,09 3,01 2,92	1,7 1,7 2,4 2,3	10 10 14 14	20,4 19,8 20,1 19,6	18,1 17,5 18,0 16,9	32,5 32,6 32,9 31,1	28,1 29,5 28,6 30,2
TISSERAND, 1977	8 (2-3)	INV. (4)	EM (20 kg) + F.pré (3 kg) + F.luz (4 kg)	T.S. (25) F. (50)	18	12 à 14	2,5 à 7,5	(3) 2.4 à 3,0	1,2 à 4	8 à 20	13,9 14,2 15,9 16,2	13,8 14,1 15,8 15,9	39,5 39,4 39,3 38,6	- - - -
	8 (2-3)	INV. (4)	F. pré (12 kg) +F.luz (1 kg) +P.S. (3 kg)	T.S. (25) F (50)										
	8 (2-3)	C 9	F.luz (14 kg) + P.S. (3 kg)	T.S. (30) P. (55)					0,9 à 3,2		17,8 19,4	17,6 19,2	39,2 39,5	(4) 34,1 34,9
PARRASSIN et al, non publié	31 (0-4)	C (18)	EM ou EH ad lib. + T.S. (0,5 kg)	T.S. (19) P. tanné (34)	18 18	13,1 12,7	3,8 3,4	2,92 2,82	- 1,0	- 6	22,8 21,8	22,8 21,2	40,0 38,3	31,6 30,4
HUGUET et al, non publié	23 (2-3)	C (2)	E.M.U ad lib. + T.S. (0,9kg)	T.S. (25) L. (42)	18 18	12,1 11,8	4,8 4,6	3,05 3,00	- 1,5	- 9	22,7 23,6	22,1 23,2	39,4 39,0	29,5 28,7
TISSERAND, non publié	8 (0-2)	C (9)	EM ad lib. + EH (4,3kg MS) + Cc Production	T.S. (1 kg MS) L. (2 kg MS) +Cc Production(40)	49 34	12,0 12,0	6,1 5,7	3,14 3,07	- 3,5	- 20	31,0 27,9	29,3 27,6	36,3 39,3	30,3 30,0

(1) Schéma expérimental : CL = Carré latin ; C = continu ; INV = inversion

(2) Sigle des aliments : EM = Ensilage maïs plante entière ; U = urée ; EH = Ensilage herbe ; F = Foin ; Luz = Luzerne ; Cc = Concentré ; P.S. = Pulpes sèches de betteraves ; T.S. = Tourteau soja ; T.C. = Tourteau colza ; F = Féverole ; P = Poids ; L = Lupin

(3) Poids vif supposé de 600 kg.

(4) Taux de matières azotées totales

- Principales conditions expérimentales

La récapitulation des 11 essais expérimentaux portent sur un total de 142 vaches situées en moyenne aux 2e - 3e mois de la lactation et d'un niveau de production supérieur à 20 kg de lait par jour. Les essais comportent entre 2 et 4 traitements conduits selon des schémas expérimentaux en continu ou en carré latin dont les périodes ont varié de 2 à 18 semaines. Les expériences étrangères (Canada essentiellement) ont été réalisées avec des régimes comportant de fortes proportions de concentré (plus de 50 p.100 dans MS totale) tandis que les essais français ont été conduits avec une distribution *ad libitum* des fourrages, le concentré ne représentant au maximum que 30 p.100 de la ration totale. Les graines de légumineuses étaient généralement incorporées aux aliments concentrés (céréales surtout) de façon à constituer des complémentaires iso-azotés par rapport au traitement témoin à base de tourteau de soja. Leur teneur en matières azotées a ainsi été comprise entre 17 et 22 p.100 et les graines représentaient de 17 à 55 p.100 des concentrés expérimentaux.

- Résultats

La plupart des auteurs s'accordent pour reconnaître que les graines de légumineuses, utilisées en remplacement des tourteaux :

1) ont été bien acceptées par les animaux

A quelques exceptions près, toutes les vaches laitières ont toujours ingéré la totalité de leur concentré. Ceci est primordial lorsque les graines entrent en proportions importantes dans la complémentation comme dans le cas des essais de TISSERAND (4,3 kg de féverole et 3,5 kg de pois par vache et par jour) et de HUGUET (42 p.100 de lupin dans le concentré).

2) n'ont pas modifié le niveau d'ingestion

Les quantités de graines ingérées ont varié selon les essais de 1 à 4,6 kg MS par jour sans présenter de modification au niveau de l'ingestion des autres aliments de la ration et en particulier des fourrages (fig. 1a). Ainsi, les quantités de matière sèche totale ingérées n'ont pas été différentes de celles observées avec les régimes témoin (2,8 à 3,0 kg MS p.100 kg PV), les graines représentant jusqu'à 24 p.100 de la ration totale (INGALLS, 1980). Dans les conditions françaises, elles n'ont représenté qu'entre 6 et 11 p.100 de la raion et n'ont pas eu d'influence sur l'ingestion de matière sèche totale.

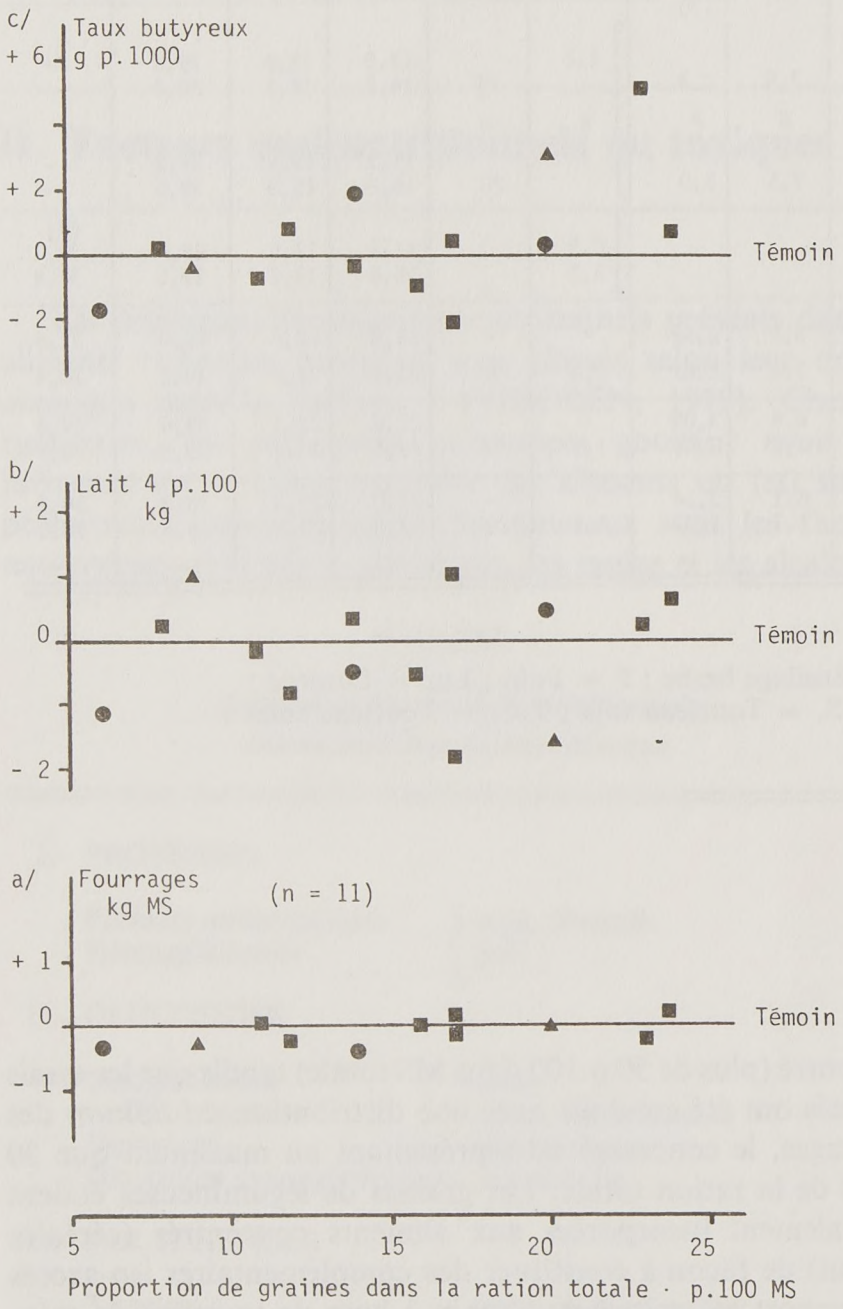

FIG. 1 : *Utilisation des graines de légumineuses par les vaches laitières.*
- *Différences observées par rapport au régime témoin* - (14 comparaisons issues du tableau 5)
■ Féverole ● Pois ▲ Lupin

3) ont permis des performances comparables au tourteau

En moyenne, les productions obtenues ont été identiques pour l'ensemble des essais (fig. 1b). Ainsi les quantités de lait et de lait 4 p.100 ont été respectivement de 21,9 et 20,3 kg pour les 12 régimes témoins contre 21,6 et 20,0 kg pour les 14 rations comportant des graines de légumineuses. La comparaison des résultats au niveau de chaque essai est délicate car certains de ceux-ci n'ont pas été interprétés de façon complète par des méthodes statistiques appropriées (analyse covariance).

Le traitement des graines par un procédé de tannage (formaldéhyde) pour protéger les protéines de la dégradation dans le rumen ne semble pas avoir eu d'effet favorable sur la production laitière (PELLETIER, 1978 et PARRASSIN). Mais il serait nécessaire de tenir compte des divers facteurs pouvant modifier ce résultat et en particulier du niveau d'apport d'N soluble de ces rations.

4) ont permis de produire un lait normal

La composition du lait n'a pas été influencée par l'apport de graines. Le taux butyreux (fig. 1c) a ainsi été en moyenne de 35,1 g p.1000 aussi bien pour les rations contenant du tourteau que pour celles apportant des graines. Dans certains cas (INGALLS, 1974), ces dernières ont même eu un effet favorable sur ce critère en raison probablement d'un apport plus important de cellulose et de lipides avec des régimes à fortes proportions de concentré. Les taux azotés ou de protéines du lait n'ont pas non plus été modifiés par suite de l'apport de graines (34 g environ pour le taux azoté et 30 g de protéines). Par ailleurs, TISSERAND (1978) note qu'aucun goût particulier du lait produit par les vaches recevant des graines n'a été observé.

5) n'ont pas occasionné de troubles particuliers

Dans leurs publications, les auteurs n'ont pas mentionné l'apparition d'ennuis sanitaires particuliers dûs à l'apport de graines de légumineuses. Les animaux ont eu un comportement normal et les variations de poids vif, lorsqu'elles ont été signalées, n'ont pas été influencées par le type de complémentation.

IV. Conclusion

De cette synthèse bibliographique, il ressort que les graines de légumineuses peuvent remplacer le tourteau dans les aliments concentrés destinés aux vaches laitières. Les expérimentateurs n'ont pas noté de difficultés d'utilisation liées en particulier à l'appétibilité de ces graines et les performances obtenues semblent tout à fait comparables à celles observées avec les régimes témoins. La composition du lait et l'état sanitaire des animaux ne semblent pas non plus affectés par leur apport.

Il apparaît cependant nécessaire d'effectuer d'autres essais, à plus long terme et dans nos conditions françaises avec des

graines issues des nouvelles variétés. Ceci serait surtout important avec les lupins doux sur lesquels on dispose de peu de références.

Par ailleurs, il serait aussi souhaitable de conduire des essais portant sur l'intérêt de protéger les protéines contenues dans ces graines. En effet, si on veut utiliser au mieux ces graines dans l'alimentation des vaches laitières et les destiner en particulier aux troupeaux à haut niveau de production, il faudrait à la fois remédier à leur valeur PDI assez faible du fait de la fermentescibilité élevée de leurs matières azotées et de leur déficience en certains acides aminés indispensables. Le taux de formol et les conditions du traitement ont été déterminés au laboratoire INRA de Technologie des Aliments des Animaux de Nantes (J. DELORT-LAVAL) pour obtenir une bonne protection des protéines du pois, de la féverole et du lupin. En outre, leur association avec des tourteaux riches en acides aminés soufrés tels que le tourteau de colza permettrait d'obtenir un meilleur équilibre en acides aminés dont l'importance a bien été montrée récemment au laboratoire INRA de la Production Laitière chez des vaches d'un bon niveau de production au début de la lactation.

Références bibliographiques

DELACROIX Agnès, 1980. *Utilisation des graines de protéagineux (féverole, pois, lupin) par les vaches, brebis et chèvres laitières.* Rapport bibliographique ENSA RENNES à l'INRA de Theix.

GIOVANNI R., 1982. Utilisation des protéagineux par les Ruminants en croissance et à l'engraissement. *C.R. de la Journée ''légumineuses à graines''* - ENSA Rennes du 4 mars.

GIOVANNI R., GUILHERMET R., TOULLEC R., 1975 - Influence du remplacement du tourteau de soja par la féverole comme principale source de matières azotées dans les aliments concentrés pour veaux d'élevage. *Bull. tech. CRZV Theix,* INRA, **19**, 15-22.

HOVE E.L., KING S., 1979. Trypsin inhibitor contents of lupin seeds and other grains legumes. *N.Z. J. agric. Res.,* **22**, 41-42.

HUGUET *et al.,* non publié - Résultats obtenus au Domaine INRA de Lusignan (86) durant l'hiver 1980-81.

INGALLS J.R., Mc KIRDY J.A., 1974. Faba bean as a substitute for soybean meal or rapeseed meal in rations for lactating cows. *Can. J. anim. Sci.,* **54**, 87-89.

INGALLS J.R., Mc KIRDY J.A., SHARMA H.R., 1980. Nutritive value of fababeans in the diets of young Holstein calves and lactating dairy cows. *Can. J. anim. Sci.,* **60**, 689-698.

I.N.R.A., 1978 - *Alimentation des Ruminants.* Ed. INRA Publications, Route de St Cyr, 78000 Versailles.

JOURNET M., VERITE R., REMOND B., FAVERDIN P., 1982. Niveau et qualité des apports azotés en début de lactation chez les vaches laitières. *Bull. tech. CRZV,* INRA, **49**.

LENOBLE M., 1979. Objectifs et méthodes de sélection du lupin blanc (*L. albus* L.). *Sel. fr.* **27**, 35-38. Edité par INRA Publications, Route de St-Cyr, 78000 Versailles.

Mac LEOD M.N., 1974. Plant tannins, their role in forage quality. *Nutrition Abstracts and Review,* 44, II.

MARQUARDT R.R., Mc KIRDY J.A., WARD T., CAMPBELL L.D., 1975. Aminoacid, hemagglutinin and trypsin inhibitor levels and proximate analysis of faba (*vicia faba*) and faba beans fractions. *Can. J. anim. Sci.,* **55**, 421-429.

MENDES-PEREIRA E., PION R., 1977. Metabolic and digestive utilization of amino acids in some proteaginous seeds. In : *Protein quality from leguminous crops.* Commission of the European Communities. EUR 5686 EN - p. 198-216.

PARRASSIN *et al.,* non publié - Résultats obtenus au Domaine INRA de Mirecourt (88) durant l'hiver 1979-80.

PELLETIER G., BOUCHARD R., 1978. Evaluation de la féverole et du pois traités ou non traités à la formaldéhyde comme source de protéines pour la vache laitière. *Can. J. anim. Sci.* **58**, 659-669.

TISSERAND J.L., 1977. Fieldbeans and field peas in ruminant feeding. In : *Protein quality from leguminous crops.* Commission of the European Communities - EUR 5686 EN - p. 273-281.

TISSERAND, non publié. Résultats observés en exploitation en 1981.

VALDEBOUZE Paulette, 1976. Trypsin inhibiting and hemagglutinating activities in seeds of some legume species. In : *Protein quality from leguminous crops.* Commission of the European Communities - EUR 5686 EN - p. 87-98.

VIROBEN G., 1979. Substances indésirables pour le monogastrique. *Sél. fr.* **27**, 21-25. Edité par INRA Publications, Route de St-Cyr, 78000 Versailles.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1982 (49) 33-39

L'ensilage pour les veaux d'élevage

J.L. TROCCON

I.N.R.A., Station de Recherches sur la Vache laitière

St Gilles - 35590 - L'Hermitage

Dans les premières semaines de sa vie, le jeune veau ne peut recevoir qu'un aliment lacté (colostrum, lait entier, lait de remplacement). Au sevrage, le veau d'élevage reçoit de l'aliment concentré et un fourrage qui est traditionnellement du foin et qui va prendre une part croissante dans la ration. Or, actuellement, les fermes laitières disposent le plus souvent de réserves fourragères sous forme d'ensilage et envisagent sa distribution aux veaux d'élevage. Il est donc important de savoir comment les veaux réagissent face à ce nouvel aliment.

Notre étude est une synthèse des résultats obtenus à l'étranger et à l'I.N.R.A. sur l'utilisation des ensilages (herbe et maïs surtout) par les veaux d'élevage. Les résultats acquis à l'I.N.R.A. l'ont été pour les ensilages d'herbe au Laboratoire des Aliments (Domaine d'Orcival) et pour les ensilages de maïs au Laboratoire de la Production Laitière (Domaine de Theix).

Après avoir montré les possibilités de remplacer le foin par l'ensilage, nous étudierons les facteurs qui influent sur les performances du veau : caractéristiques des ensilages et complémentation énergétique et azotée en particulier. Rappelons que les objectifs de croissance entre la naissance et 5-6 mois d'âge sont de 700-800 g/jour pour les génisses et de 900-1000 g/jour pour les mâles. Pour les mesures d'ingestion et d'efficacité alimentaire, les teneurs en matière sèche des ensilages ont été corrigées par les pertes à l'étuve (DULPHY *et al.*, 1975).

I. Foin ou ensilage pour les veaux ?

La distribution d'ensilage comme seul fourrage à des veaux de 2-3 semaines à 4-6 mois d'âge en remplacement du foin, à même apport d'aliment concentré, diminue la matière sèche totale ingérée de 10 p.100 environ (PORTER et KESLER, 1957 ; KESLER *et al.*, 1960 ; CANDAU, 1972 ; TROCCON et DULPHY, 1976 ; BARTHOLOMEW *et al.*, 1981). Cependant, les gains de poids vif obtenus sont en moyenne identiques. La ration ''aliment concentré + ensilage'' est donc utilisée plus efficacement (+ 10 p.100) que la ration ''aliment concentré + foin''.

Cette meilleure utilisation s'explique surtout par une meilleure digestibilité de l'ensilage et partiellement par un développement histoanatomique plus rapide du rumen (CANDAU, 1972). La distribution d'ensilage dès le plus jeune âge a un effet accélérateur sur :

1.- la croissance pondérale du rumen grâce à une augmentation de sa motricité : le nombre de repas est accru ainsi que, selon CANDAU, le volume de la ration et le temps unitaire de mastication.

2.- le développement papillaire, grâce aux produits fermentaires (acides gras volatils, ammoniaque) contenus dans l'ensilage et à l'établissement rapide d'une digestion microbienne active dans le rumen. En effet, les papilles du rumen atteignent plus rapidement une forme plus évoluée (en languette) et une meilleure capacité d'absorption des nutriments.

Dans ces conditions, la distribution précoce d'ensilage (avant 3 mois) peut améliorer (+ 12 p.100) le gain de poids vif des veaux entre 3 et 6 mois (OKUSHIMA *et al.*, 1980).

II. Influence des caractéristiques des ensilages

Ces facteurs de variation concernent le traitement du fourrage à la fauche ou à la mise en silo.

1.- Le stade de récolte (tabl. 1)

Un retard de 7 à 33 jours de la date de récolte de l'herbe augmente la teneur en matière sèche du fourrage ensilé alors que la quantité ingérée d'ensilage d'herbe par les veaux est peu modifiée. Par contre, le gain de poids vif des veaux est réduit de 6 g par jour de retard à la récolte (BARTHOLOMEW, 1979 ; THOMAS *et al.,* 1981 ; Résultat INRA). Ce résultat est lié à la diminution de la valeur nutritive de l'ensilage.

Un retard de la date de récolte du maïs plante entière augmente sa teneur en matière sèche et sa teneur en amidon. La quantité de matière sèche ingérée d'ensilage de maïs par les veaux a augmenté de 40 g par point de matière sèche entre 27 et 41 p.100 de matière sèche (Résultat INRA ; voir paragraphe III).

Cependant, l'utilisation digestive de la matière organique de la ration ''ensilage de maïs (70 p.100) plus herbe déshydratée (30 p.100)'' (WILKINSON *et al.,* 1978) et le gain de poids vif des veaux (Résultat INRA ; voir paragraphe III) ont diminué lorsque la teneur en matière sèche a augmenté.

2.- Le traitement au sol de l'herbe (fig. 1)

Le ressuyage (MARSH, 1976 ; GILL et ENGLAND, 1980 ; BARTOLOMEW *et al.,* 1981) ou le préfanage (BARTHOLOMEW *et al.,* 1981 ; THOMAS *et al.,* 1981) augmentent la teneur en matière sèche de l'ensilage d'herbe et les quantités ingérées d'ensilage d'herbe par les veaux d'élevage. Cependant, les gains de poids vif varient peu, par exemple entre un ensilage direct (21 p.100 MS) additionné d'acide formique et un ensilage préfané (30 p.100 MS environ) hachés finement (BARTHOLOMEW *et al.,* 1981 ; THOMAS *et al.,* 1981). Un ensilage d'herbe à teneur en matière sèche inférieure à 17-18 p.100 doit cependant être associé à un aliment sec pour les veaux d'élevage (KEROUANTON, 1978).

3.- La finesse du hachage

Un hachage fin de l'herbe ensilée a amélioré le gain de poids vif des veaux de 30 g/j (machine à tambour hacheur à la place de machine à fléaux ; BARTHOLOMEW, 1979) à 45 g/j (brins de 17 mm à la place de brins de 70 mm ; GILL et ENGLAND, 1980).

Un hachage fin du maïs (brins de 8 mm à la place de brins de 33 mm) a amélioré le niveau d'ingestion de l'ensilage de maïs par les veaux de 6 p.100 et l'utilisation digestive de la matière organique de la ration (30 p.100 d'herbe déshydratée) de 3 p.100 (WILKINSON *et al.,* 1978).

4.- L'addition d'un conservateur (tabl. 2)

L'addition d'acide formique (3 à 5 litres par tonne d'herbe fraîche) à l'herbe ensilée directement a augmenté la quantité ingérée d'ensilage d'herbe par les veaux de 7,5 p.100 et les gains de poids vif de 160 g/j par rapport à ceux recevant l'ensilage direct sans conservateur (Mc ILMOYLE, 1976, ROSKILLY et WILLIAMS, 1977 ; Résultat INRA).

D'autres conservateurs (formol : LONSDALE *et al.,* 1977 ; THOMAS *et al.,* 1981) ou des associations de conservateurs (acide formique + acide sulfurique : Mc ILMOYLE, 1976 ; acide formique + formol : KAISER *et al.,* 1978 ; LONSDALE *et al.,* 1977 ; ROSKILLY et WILLIAMS, 1977) n'ont donné que rarement des résultats supérieurs à l'acide formique.

En conséquence, des ensilages de conservation défectueuse ne peuvent pas être distribués à des veaux d'élevage car les risques d'une faible consommation et d'un gain de poids vif réduit sont élevés (TROCCON et DULPHY, 1976).

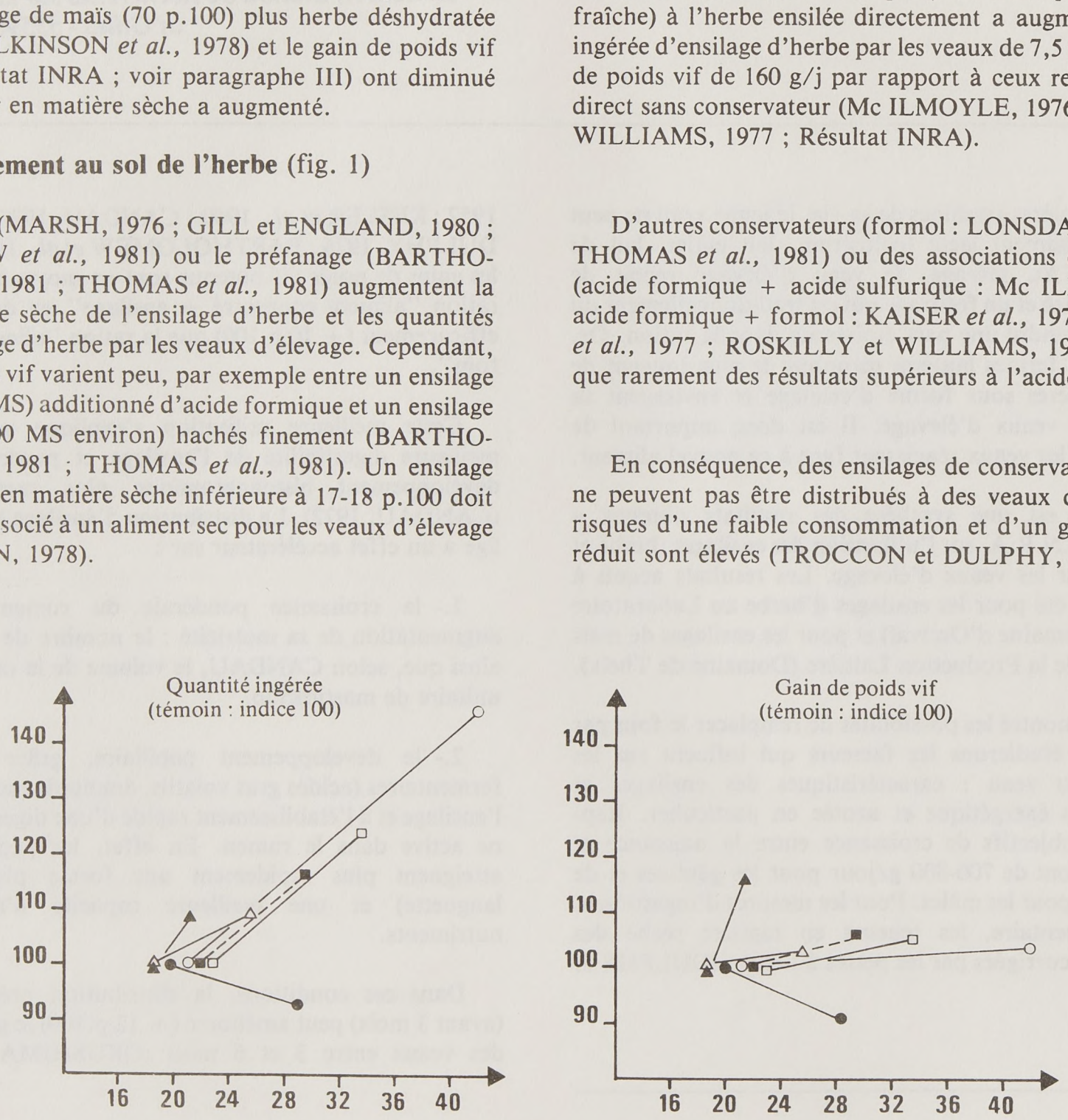

FIG 1 *Influence du ressuyage et du préfanage de l'herbe ensilée sur les performances des veaux d'élevage*

○ △ □ 2 ▲ 11 ● 20 ■ 26

TABLEAU 1

Influence du stade de récolte du fourrage ensilé sur les performances des veaux d'élevage

L'ensilage pour les veaux d'élevage

AUTEUR (année)	ENSILAGE			QUANTITES INGEREES (g MS/kg PV)		Gain de poids vif (g/j)
	Fourrage	Date de la récolte	MS p. 100	Aliment concentré	Ensilage	
Résultat INRA.....	ray grass anglais	9 au 11 Juin	21,0	13,0	9,2	890 (100)
		17 Juin	20,0	12,3	9,5	820 (92)
BARTHOLOMEW (1979).....	ray grass anglais	16-17 Mai	-	-	+	710 (100)
	+ trèfle blanc	6 Juin	-	-	-	610 (86)
THOMAS (1981).....	ray grass anglais	8 au 11 Mai	16,5	0	21,6	350 (100)
		12 Juin	36,0	0	23,3	280 (80)
THOMAS (1981).....	ray grass anglais	8 au 11 Mai	16,5	11,5	14,7	930 (100)
		12 Juin	36,0	11,5	14,9	730 (78)
THOMAS (1981).....	trèfle violet	1-2 Juin	17,8	0	27,4	740 (100)
		28 Juin	19,5	0	26,9	520 (70)
THOMAS (1981).....	trèfle violet	1-2 Juin	17,8	11,2	17,6	1 060 (100)
		28 Juin	19,5	11,4	17,6	920 (87)
WILKINSON (1978).....	maïs	5 Septembre	19,8	7,3	17,6	68,4 (100)
		1er Octobre	26,7	7,1	17,6	67,5 (97)
		30 Octobre	34,6	7,3	18,4	65,1 (95)

CUD MO (p. 100)

TABLEAU 2

Influence de l'addition d'acide formique au fourrage ensilé sur les performances des veaux d'élevage de 3 à 6 mois

AUTEUR (année)	ENSILAGE			Acide formique (l/t herbe)	QUANTITES INGEREES		Gain de poids vif (g/j)
	Fourrage	Type	MS p. 100		Aliment concentré	Ensilage	
Résultat INRA....	prairie naturelle	direct	18,5	0	10,2 (1)	14,1	910
		direct	20,8	3,2	10,2 (1)	14,7	970
Mc ILMOYLE (1976)	ray grass anglais	direct	21,2	0	20,9 (2)	69,6	700
	+ trèfle blanc	direct	21,6	3,8	20,3 (2)	74,5	850
ROSKILLY (1977)..	ray grass anglais	direct	-	0	0 (2)	69,7	510
	+ trèfle blanc	direct	-	4,8	0 (2)	79,0	780
THOMAS (1981)....	trèfle violet	direct	21,5	3,8	0 (1)	26,6	780
		préfané	29,3	0	0 (1)	22,1	660
THOMAS (1981)....	trèfle violet	direct	21,5	3,8	6,6 (1)	21,5	940
		préfané	29,3	0	6,7 (1)	25,1	995

(1) g MS/kg poids vif
(2) g MS/kg poids métabolique

III. Influence de la complémentation énergétique des ensilages

La détermination de la complémentation énergétique des ensilages pour les veaux d'élevage nécessite la prise en considération du taux de substitution entre le fourrage et l'aliment concentré dont dépend la variation du gain de poids vif par kg MS d'aliment concentré.

1.- Les ensilages d'herbe

Dans les essais recensés, les ensilages d'herbe ont été hachés finement et additionnés d'un conservateur pour la plupart. Le taux de substitution (tabl. 3) moyen de l'ensilage à l'aliment concentré a été de 0,48 avec les veaux de la naissance à 5-6 mois d'âge (MARSH, 1975 ; MARSH, 1976 ; BARTHOLOMEW *et al.*, 1981 ; THOMAS *et al.*, 1981) et de 0,70 avec des veaux de 3 à 6 mois d'âge (LEAVER, 1973 ; BARTHOLOMEW *et al.*, 1981 ; THOMAS *et al.*, 1981). Le gain de poids vif moyen supplémentaire par kg MS d'aliment concentré a été respectivement de 300 et 200 g/j (tabl. 3). A même apport d'aliment concentré, les gains de poids vif des veaux n'ont pas été très nettement améliorés par rapport à un régime foin (LEAVER, 1973 ; BARTHOLOMEW *et al.*, 1981).

Les résultats obtenus à Orcival (tabl. 4) avec des ensilages à base de ray-grass anglais récoltés précocement, hachés finement et additionnés d'acide formique (3,5 l/tonne de foin) montrent la possibilité de limiter l'apport d'aliment concentré à 1-1,5 kg par jour à des génisses de 3 à 6 mois afin d'obtenir un gain de poids vif de 800 g/j en accord avec BARTHOLOMEW *et al.* (1981) et THOMAS *et al.* (1981).

2.- L'ensilage de maïs

La quantité ingérée d'ensilage de maïs (Y1, kg MS/j) et le gain de poids vif (Y2, g/j) des génisses d'élevage de 3 à 6 mois (tabl. 4) ayant reçu à Theix différentes rations à base d'ensilage de maïs (27 à 41 p.100 MS) haché finement et enrichi en urée et minéraux dans des conditions similaires ont pu être reliées à la quantité apportée d'aliment concentré (X1, kg MS/jour), au poids vif moyen des génisses (X2, kg) et à la teneur en matière sèche de l'ensilage de maïs (X3, p. 100) :

$$Y1 = -0{,}957\ X1 + 0{,}029\ X2 + 0{,}040\ X3 - 1{,}838$$
$$(n = 17,\ r = 0{,}95,\ P<0{,}01)$$

$$Y2 = 76{,}5\ X1 + 2{,}4\ X2 - 6{,}8\ X3 + 691{,}8$$
$$(n = 17,\ r = 0{,}78,\ P<0{,}01)$$

Ainsi, dans nos conditions, la substitution de l'ensilage de maïs à l'aliment concentré a été pratiquement totale et la variation du gain de poids vif n'a été que de 77 g par kg MS d'aliment concentré supplémentaire. En revanche, avec un ensilage de maïs à 24,5 p.100 MS, le taux de substitution a été de 0,67 et le gain de poids vif supplémentaire de 116 g/kg MS d'aliment concentré (LEAVER, 1973). Avant 3-4 mois d'âge, le taux de substitution est plus faible (0,42 ; TROCCON et JOURNET, 1972-1973).

Par ailleurs, la quantité ingérée d'ensilage de maïs et le gain de poids vif ont augmenté avec le poids vif des veaux.

IV. Influence de la complémentation azotée des ensilages

La complémentation azotée des ensilages peut être apportée sous 2 formes : non protéique et protéique.

1.- La complémentation non protéique (urée)

La complémentation en azote non protéique des ensilages d'herbe est généralement inutile car leur valeur PDIN dépasse en général leur valeur PDIE (INRA, 1978). Cependant, avec des ensilages d'herbe additionnés de doses élevées d'aldéhyde formique qui préserve les protéines de la dégradation dans la panse, l'addition d'urée à l'ensilage a amélioré les quantités ingérées et le gain de poids vif des veaux (KAISER *et al.*, 1978 ; LONSDALE *et al.*, 1977).

L'addition d'urée à l'ensilage de maïs se justifie car sa valeur PDIE est supérieure à sa valeur PDIN : l'apport théorique est de 12 g d'urée par kg MS d'ensilage de maïs. L'addition de 1 p.100 d'urée à des ensilages de maïs (moins de 30 p.100 MS) par ailleurs normalement complémentés (énergie, protéines) a augmenté la quantité d'ensilage de maïs ingérée de 6 p.100 et le gain de poids vif des veaux de 130 g/j (LEAVER, 1978 ; THOMAS, 1975).

2.- La complémentation protéique (tabl. 5)

Les compléments protéiques (tourteau d'arachide, tourteau de soja, farine de poisson) apportés par l'aliment concentré (DRENNAN et FALLON, 1975 ; LEAVER, 1978) ou additionnés à l'ensilage d'herbe ou de maïs-urée (GARSTANG 1979-1981 ; BOWDEN *et al.*, 1980) ont :

a) peu augmenté la quantité de matière sèche totale ingérée voire réduit la quantité de matière sèche d'ensilage ingérée,

b) augmenté le gain de poids vif moyen des veaux de 170 g/j.

La farine de poisson, peu dégradable dans la panse, a été très efficace. L'apport de 100 g de farine de poisson par kg MS de ration d'ensilage d'herbe a eu le même effet que 1 kg d'orge sur le gain de poids vif des veaux (GARSTANG, 1981). Pour des apports iso-azotés, la farine de poisson a mieux complémenté l'ensilage d'herbe que le tourteau de soja (GARSTANG, 1981).

TABLEAU 3

Taux de substitution des ensilages d'herbe à l'aliment concentré chez des veaux d'élevage - Effet sur le gain de poids vif

AUTEUR (année)	Fourrage	CUD MO (p. 100)	MS p. 100	Taux de substitution		Gain de poids vif supplémentaire (g/j)	
				Naissance à 5-6 mois	3-6 mois	Naissance à 5-6 mois	3-6 mois
MARSH (1976).....	ray grass anglais	60	19,9	0,49	-	341	-
	+ trèfle blanc		28,2	0,39	-	296	-
BARTHOLOMEW (1981).....	ray grass anglais	59	21,1	0,28	-	342	-
	ray grass anglais	61	41,8	0,59	-	260	-
MARSH (1975).....	ray grass italien	67	36,8	0,64	-	-	-
BARTHOLOMEW (1981).....	ray grass anglais	75	22,0	0,54	-	258	-
	ray grass anglais	76	32,6	0,45	-	286	-
LEAVER (1973).....	prairie naturelle	60	24,5	-	0,52	-	123
BARTHOLOMEW (1981).....	ray grass anglais	-	17,8	-	0,58	-	96
	ray grass anglais	-	23,2	-	0,76	-	56
THOMAS (1981).....	ray grass anglais	67	16,5	-	0,60	-	362
	ray grass anglais	56	36,0	-	0,73	-	281
THOMAS (1981).....	trèfle violet	65	17,8	-	0,88	-	200
	trèfle violet	60	19,5	-	0,82	-	250
				0,48	0,70	297	195

TABLEAU 4

Quantités ingérées d'ensilage et gain de poids vif des veaux d'élevage de 3 à 6 mois à Orcival et à Theix

Ensilage	Essais (n)	M.S. (p. 100)	QUANTITES INGEREES (kg MS)		Poids vif (kg)	Gain de poids vif (g/j)
			Aliment concentré	Ensilage		
Herbe (1, 2)...	8	21 ± 3	1,55 ± 0,26	1,60 ± 0,26	135 ± 5	870 ± 60
Maïs (1).....	8	35 ± 4	1,84 ± 0,28	1,92 ± 0,49	141 ± 15	935 ± 60
Maïs (1).....	9	35 ± 4	0,54 ± 0,27	2,85 ± 0,63	132 ± 13	810 ± 100

(1) hachage fin (machine à tambour hacheur)
(2) additionnée d'acide formique (3,5 l par tonne d'herbe ensilée)

TABLEAU 5

Influence de la complémentation protéique des rations d'ensilage sur les performances des veaux d'élevage de 3 à 6 mois

AUTEURS (année)	Ensilage	COMPLEMENTATION		Quantité ingérée (kg MS par jour)		Gain de poids vif (g/j)	
		Aliment concentré kg/j	Source azotée*	Ration totale			
DRENNAN (1975).....	Herbe	2	-	-		615	(100)
		2	tourteau de soja (370 g)	-		835	(136)
GARSTANG (1979).....	Herbe	-	-	2,48	(100)	250	(100)
		-	farine de poisson (5 %)	2,65	(107)	350	(140)
		-	farine de poisson (7,5 %)	2,79	(113)	430	(172)
		-	farine de poisson (10 %)	2,78	(112)	540	(216)
GARSTANG (1981).....	Herbe	-	-	2,64	(100)	100	
		-	tourteau de soja (14 %)	2,85	(108)	240	
		-	farine de poisson (10 %)	2,80	(106)	460	
GARSTANG (1981).....	Herbe	1	-	3,10	(100)	680	(100)
		1	farine de poisson (10 %)	3,39	(109)	780	(115)
		-	farine de poisson (10 %)	2,60	(84)	690	(101)
LEAVER (1973).....	Maïs + 1 % d'urée	1	-	2,80	(100)	640	(100)
		1	tourteau d'arachide (150 g)	3,02	(108)	740	(116)
BOWDEN (1981).....	Maïs + 2 % d'urée	-	-	3,29	(100)	790	(100)
		-	farine de poisson (5 %)	3,64	(111)	1 050	(132)

* en g/j ou en p.100 MS de la ration totale.

V. Conclusion

Les ensilages d'herbe, de maïs ou autres de bonne valeur nutritive et de bonne qualité fermentaire peuvent remplacer le foin dès le plus jeune âge dans les rations destinées aux veaux d'élevage. Les caractéristiques des ensilages d'herbe influencent de la même façon les performances des veaux d'élevage et des génisses de 1 an (DULPHY, 1975).

Jusqu'à 3 mois d'âge, les veaux d'élevage substituent mal les ensilages à l'aliment concentré de sorte qu'une complémentation énergétique élevée est nécessaire (2 kg pour les génisses ; 3 kg pour les mâles). Les ensilages d'herbe directs additionnés d'acide formique (20-23 p.100 MS) ou préfanés (MS 30 p.100) bien conservés sont les plus favorables au gain de poids vif des veaux. Les ensilages de maïs à teneur en matière sèche supérieure à 30 p.100 permettent de limiter l'apport d'aliment concentré à moins de 2 kg par jour (tabl. 6).

Les ensilages d'herbe, généralement bien pourvus en azote soluble, et les ensilages de maïs complémentés en urée permettent un fonctionnement normal du rumen. La couverture des besoins azotés des veaux de 3 à 6 mois peut être alors assurée efficacement par l'apport de 350 g (génisses) à 500 g (mâles) de tourteaux tannés peu dégradables dans la panse. Si l'ensilage de maïs est sans urée, l'apport de 500 g (génisses) à 750 g (mâles) de tourteau de soja 50 moyennement dégradable dans la panse est nécessaire (tabl. 6).

Par rapport aux fourrages du tableau 6, toute diminution de qualité de l'ensilage doit s'accompagner d'un accroissement de l'apport d'aliment concentré. Les ensilages de maïs à faible teneur en amtière sèche (20-25 p.100) nécessitent une complémentation - énergétique identique à celle du foin.

Dans tous les cas, la complémentation minérale et vitaminique ne doit pas être oubliée mais adaptée aux besoins des veaux d'élevage.

TABLEAU 6

Propositions de complémentation en aliment concentré (kg) des fourrages pour les veaux d'élevage de 3 à 6 mois

Sexe des veaux	Mâle		Femelle	
Gain de poids vif (g/j)	1 000		800	
Foin (1) fané au sol par beau temps.....	2,5 - 3,0	céréales 80 - 85 p. 100	1,5 - 2,0	céréales 80 - 85 p. 100
Ensilage d'herbe (MS ⩾ 20 p. 100) (1, 2, 3)				
- direct sans conservateur.....	2,5 - 3,0	tourteau 15 - 20 p. 100	1,5 - 2,0	tourteau 15 - 20 p. 100
- direct avec acide formique ou préfané.....	2,0 - 2,5		1,0 - 1,5	
Ensilage de maïs (3) (MS ⩾ 30 p. 100)				
- avec urée (12 g/kg MS).....	1,5 (céréales 2/3 - tourteau tanné 1/3)		0,5 (céréales 1/3 - tourteau tanné 2/3)	
- sans urée.....	1,5 (céréales 1/2 - tourteau de soja 1/2)		0,5 (tourteau de soja)	

(1) fourrage récolté au stade optimum de végétation (2) ensilage bien conservé (3) haché finement

Références bibliographiques

(1) BARTHOLOMEW P.W., 1979. *52nd Ann. Rep. Agric. Res. Inst. Nth. Ir.*, p.19.

(2) BARTHOLOMEW P.W., Mc LAUCHLAN W. and CHESTNUTT D.M.B., 1981. *Anim. Prod.*, **32**, 307-313.

(3) BOWDEN D.M., OSBOURN D.F., GILL M., GIBBS B.G., 1980. *Anim. Prod.*, **30**, 355-364.

(4) CANDAU M., 1972. Thèse de Doctorat d'Etat es-Sciences Naturelles, Paris. Congrès de Zootechnie, Versailles 1971.

(5) COTTRILL B.R., OSBOURN D.F., WILKINSON J.M., RICHMOND P.J., 1976. *Anim. Prod.*, **22**, 154-155 (Abs) .

(6) DRENNAN M.J., FALLON R.J., 1975. *An Foras Taluntais.*

(7) DULPHY J.P., 1975. *L'Elevage ; les Jeunes : reproducteurs de demain,* p. 61-67.

(8) DULPHY J.P., DEMARQUILLY C., HENRY M., 1975. *Ann. Zootech.*, **24** (4), 745-756.

(9) GARSTANG J.R., 1979. *Anim. Prod.*, **28**, 423 (Abs.).

(10) GARSTANG J.R., 1981. *Anim. Prod.*, **32**, 355 (Abs.).

(11) GILL E.M., ENGLAND P., 1980. *Ann. Rep.* G.R.I. HURLEY, p. 77.

(12) Mc ILMOYLE W.A., 1976. *Anim. Prod.*, **22**, 321-328.

(13) KAISER A.G., ENGLAND P., GIBBS B.G., 1978. *Anim. Prod.*, **26**, 363 (Abs.).

(14) KEROUANTON J., 1978. *A la Pointe de l'Elevage,* **99** : 5-8.

(15) KESLER E.M., WILSON J.M., CLONINGER W.H., 1960. *J. Dairy Sci.,* **43**, 298 (Abs.).

(16) LEAVER J.D., 1973. *Anim. Prod.,* **17**, 43-52.

(17) LEAVER J.D., 1978. *Forage Maize,* pp. 297-307, LONDON A.R.C.

(18) LONSDALE C.R., THOMAS C., HAINES M.J., 1977. *J. Brit. Grassl. Soc.,* **32**, 171-176.

(19) MARSH R., 1975. *Anim. Prod.,* **21**, 21-30.

(20) MARSH R., 1976. *Anim. Prod.,* **22**, 311-320.

(21) OKUSHIMA S., KONNO Y., INDUE R., 1981. *Nutr. Ab. Rev.,* **50**, (12), 654.

(22) PORTER G.H., KESLER E.M., 1957. *J. Dairy Sci.,* **40**, 163.

(23) ROSKILLY T.F.M., WILLIAMS G.L., 1977. *Anim. Prod.,* **24**, 127 (Abs.).

(24) THOMAS C., WILKINSON J.M., TAYLER J.C., 1975. *J. agric. Sci., Camb.,* **84**, 365-372.

(25) THOMAS C., WILSON R.F., WILKINS R.J., WILKINSON J.M., 1975. *J. agric. Sci., Camb.,* **84**, 365-372.

(26) THOMAS C., ASTON K., GIBBS B.G., TAYLER J.C., 1981. *Anim. Prod.,* **32**, 143-148.

(27) THOMAS C., GIBBS B.G., TAYLER J.C., 1981. *Anim. Prod.,* **32**, 149-153.

(28) TROCCON J.L., JOURNET M., 1972. *Bull. tech. INRA, CRZV* Theix, **10, 14-41.**

(29) TROCCON J.L., JOURNET M., 1973.*Bull. tech. INRA, CRZV* Theix, **14**, 37-44.

(30) TROCCON J.L., DULPHY J.P., 1976. *Bull. tech. INRA, CRZV* Theix, **23**, 35-40.

(31) WILKINSON J.M., PENNING J.M., OSBOURN D.F., 1978. *Anim. Prod.,* **26**, 143-150.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1982 (49) 41-45

Valeur alimentaire des pellicules de colza

M. THERIEZ et J.P. BRUN

Laboratoire de la Production ovine

L'utilisation du tourteau de colza dans l'alimentation des monogastriques (porcs et volailles) nécessite une réduction de sa teneur en cellulose brute qui est voisine de 13 p.100. Cette réduction peut être obtenue par élimination de la pellicule de la graine avant broyage, opération qui améliore en outre la teneur en matière azotées totales du tourteau.

La valeur alimentaire de ces pellicules est encore mal connue car elle n'a fait l'objet que d'un nombre limité d'essais. Selon DEMARQUILLY et MICHALET-DOREAU (1979), ces pellicules dont les teneurs en matières azotées totales, cellulose brute et cendres sont de l'ordre de 18, 24 et 5 p.100 respectivement (par rapport à la matière sèche), auraient une valeur énergétique de 0,82 UFL et 0,72 UFV par kg de matière sèche, valeurs relativement élevées qui sont dues à la forte teneur en lipides (14 p.100).

Les essais présentés dans cet article ont été réalisés sur agneaux en croissance pour confirmer les résultats des mesures de digestibilité et vérifier, sur animaux en croissance, la valeur énergétique calculée à partir de ces mesures.

Deux séries d'expériences ont été réalisées :

- Détermination de la valeur énergétique des pellicules de colza par mesure de la digestibilité de rations en contenant une proportion croissante (de 0 à 60 p.100). Ces pellicules étaient ajoutées progressivement à un aliment témoin de composition constante.

- Elevage et engraissement d'agneaux avec des rations isoénergétiques et isoazotées dans lesquelles les pellicules (de 0 à 30 p.100) étaient incorporées en substitution d'autres composants (luzerne déshydratée essentiellement).

Les pellicules, dont la teneur en matière sèche s'élevait à 87,5 p.100, avaient la composition suivante (en p.100 de la matière sèche) : 21,2 p.100 de matières grasses ; 18,1 p.100 de matières azotées totales ; 19,3 p.100 de cellulose brute et 5,1 p.100 de cendres.

I. Détermination de la valeur énergétique des pellicules de colza

Cette mesure a été réalisée sur 12 agneaux sevrés précocément à 6 semaines. Ces animaux, qui étaient âgés de 70 jours en moyenne en début de mesures, pesaient alors 25 kg. Chaque agneau a été utilisé à 2 reprises pour la mesure de la digestibilité d'aliments complets dont la composition est reportée sur le tableau 1. Les animaux ont été permutés entre aliments au cours de la période de transition qui a séparé les deux mesures. Celles-ci ont été réalisées pendant 7 jours après 10 jours d'adaptation, les animaux étant toujours nourris à volonté. Le niveau d'ingestion moyen s'est élevé respectivement à 28,8 et 39,3 g de MS/kg de poids vif au cours de la première et de la seconde période ce qui a entraîné une chute de digestibilité (- 3,5 p.100 pour la MS, $P<0,01$).

Les résultats des mesures de digestibilité des aliments complets sont reportés sur le tableau 2, les analyses correspondant aux différents composants ont été réalisées individuellement pour chaque agneau.

Ces résultats amènent deux commentaires :

- Il n'a pas été possible de déterminer la digestibilité de la cellulose brute car les valeurs obtenues variaient de 2 à 12 p.100 au cours de la première série, et, de valeurs négatives à +26 p.100 au cours de la deuxième série, quel que soit l'aliment.

TABLEAU 1

Composition des aliments offerts lors des mesures de digestibilité

Taux de pellicules de colza	0	20	40	60
Composants (p.100 du produit brut)				
Orge	44,0	35,2	26,4	17,6
Avoine	25,0	20,0	15,0	10,0
Son de blé	10,0	8,0	6,0	4,0
Tourteau de soja	4,5	3,6	2,7	1,8
Rafles de maïs	10,0	8,0	6,0	4,0
Pellicules de colza	0,0	19,0	38,0	57,0
Urée	0,5	0,4	0,3	0,2
Clorure d'ammonium	1,0	0,8	0,6	0,4
Mélasse et CMV	5,0	5,0	5,0	5,0
Composition chimique (p.100 de la matière sèche)				
Matières azotées totales	15,0	16,7	16,7	16,8
Cellulose brute	7,2	9,0	9,6	11,0
Lipides	3,3	5,9	9,2	10,9
Cendres	6,7	6,5	7,6	8,0

TABLEAU 2

Digestibilité des aliments

Aliments / Composants	Première série				Deuxième série			
	0	20	40	60	0	20	40	60
Quantités ingérées g/kg PV	23,4	30,8	29,2	32,5	43,3	43,4	35,7	36,7
Matière sèche	0,732	0,689	0,657	0,664	0,699	0,699	0,624	0,582
Matière organique	0,749	0,708	0,678	0,682	0,715	0,715	0,648	0,598
Matières azotées totales	0,772	0,723	0,691	0,666	0,740	0,752	0,663	0,614
Lipides	0,676*	0,847	0,842	0,863	0,594*	0,814	0,834	0,751

* Valeurs obtenues avec deux agneaux seulement : 76,4 et 67,8 respectivement pour la première série et la deuxième série.

TABLEAU 3

Relation entre la digestibilité des aliments (Y) *et leur taux de pellicules* (X)

$$Y = ax + b$$

CONSTITUANTS	a	b	r	CUD pellicules (x = 100)
Matière sèche	-0,165	71,7	-0,76	55,25
Matière organique	-0,161	73,5	-0,76	57,40
Matières azotées totales	-0,204	76,4	-0,82	55,96
Lipides	+0,269	69,3	+0,53	96,22

- La digestibilité des lipides a été très faible (42 et 50 p.100) pour deux agneaux sur les 6 qui ont reçu l'aliment témoin. Selon que l'on utilise, ou non, les valeurs observées sur ces 2 agneaux, la digestibilité des lipides de cet aliment varie de 63,5 avec 6 animaux à 72,1 avec 4 animaux seulement. Les CUD de la matière sèche, de la matière organique et des matières azotées totales par ces deux agneaux étant tout à fait normaux et voisins de ceux observés sur les 4 autres, nous ne les avons pas éliminés, ce qui a entraîné une forte valeur du CUD des lipides des pellicules lors du calcul présenté ci-après.

La digestibilité des pellicules (MS, MO, MAT et lipides) a été déterminée par régression entre Y = digestibilité et X = teneur en pellicules de l'aliment (tabl. 3). A partir des données individuelles, une analyse de variance a montré que l'augmentation du niveau d'ingestion entrainait une réduction du CUD mais, celle-ci n'étant pas significative, nous n'en n'avons pas tenu compte dans les calculs ultérieurs.

La valeur énergétique des pellicules a été obtenue de la même manière après détermination de l'énergie brute des quatre aliments et calcul de la digestibilité de l'énergie.

La régression établie avait pour équation :

Y (UFV) = 0,972 - 0,00371 (p.100 de pellicules); r = - 0,996

soit pour 1 kg de matière sèche de pellicule : 0,601 UFV

Les mesures de digestibilité conduisent donc aux résultats suivants :

	Par kg de MS	par kg de produit brut
Valeur énergétique (UFV)	0,600	0,53
Teneur en matières azotées digestibles	10,0 p.100	8,8 p.100

Discussion

Les résultats des mesures de digestibilité sur jeunes agneaux sont en accord, bien que légèrement supérieurs, avec ceux de Brigitte MICHALET-DOREAU et DEMARQUILLY (1980) (0,574 contre 0,49 pour des moutons nourris à volonté et 0,549 pour des animaux restreints). Ils confirment en particulier la faible digestibilité des matières azotées totales (56 p.100) et montrent la très forte digestibilité des lipides que ces auteurs n'avaient pas mesurée.

Il sont par contre très différents en ce qui concerne la valeur énergétique nette puisque nous obtenons une valeur de 0,6 UFV/kg de M.S. alors que ces auteurs proposent 0,7 UFV/kg M.S. soit 17 p.100 de plus.

Comme dans le cas de la vache laitière, les pellicules de colza sont bien ingérées par l'agneau dont la consommation est indépendante de leur taux d'incorporation.

II. Utilisation de pellicules de colza pour l'élevage et l'engraissement de l'agneau

Au cours de cet essai trois groupes d'agneaux ont reçu, du sevrage à l'abattage, un régime composé de foin et d'aliments composés.

Les pellicules de colza ont été incorporées à des taux croissants dans ces aliments : 0 (témoin), 15 et 30 p.100 en substitution d'une partie des composants de l'aliment pour obtenir des régimes isoazotés et isoénergétiques (tabl. 4). Cette composition ayant été déterminée avant l'obtention des résultats des mesures de digestibilité, les valeurs retenues pour les pellicules de colza sont celles de Brigitte MICHALET-DOREAU et DEMARQUILLY (1980) : 0,70 UFV/kg de MS et 0,56 de digestibilité pour les matières azotées totales.

TABLEAU 4

Composition des aliments concentrés d'engraissement

Nom de l'aliment	Témoin	15	30
Constituants :			
Orge	0	0	22,3
Maïs	62,8	58,8	32,7
Farine de luzerne	24,8	14,1	0
Tourteau de soja	4,2	4,3	8,0
Pellicules de colza	0	15,0	30,0
Urée	1,2	0,8	0
Chlorure d'ammonium	1,0	1,0	1,0
Melasse	2,0	2,0	2,0
CMV	4,0	4,0	4,0
Caractéristiques des aliments			
Matières azotées totales (p.100 MS)	17,5	17,5	17,5
Cellulose brute (p.100 MS)	8,8	8,6	8,3
Valeur énergétique (UFV/Kg MS)	1,0	1,0	1,0

Ces aliments ont été offerts à volonté avec du foin de pré (20 p.100 de la matière sèche totale ingérée) à 32 agneaux.

Au cours d'une première série 3 lots de 4 animaux chacun ont été utilisés. Au cours d'une deuxième série nous avons constitué 6 lots de 4 animaux pour les aliments témoin et 15 p.100 de pellicules, et 2 lots de 3 agneaux seulement, pour l'aliment 30 p.100 de pellicules (ceci afin d'être sûrs d'engraisser la totalité des agneaux avec l'aliment expérimental disponible).

Les caractéristiques des animaux, leur consommation et leurs performances sont reportées sur le tableau 5.

Les consommations de matière sèche ont été plus élevées au cours du premier essai que lors du second (1400 g/j contre 1200 environ) et la proportion de foin légèrement plus faible (19 p.100 contre 21 p.100). Si l'addition de pellicules de colza n'a eu aucun effet sur le niveau d'ingestion lors du premier essai, elle s'est traduite par contre, par une augmentation de la consommation lors du deuxième.

Ce comportement alimentaire a entraîné des vitesses de croissance différentes selon les lots et des croissances sensiblement plus élevées au cours du premier essai (316 g/j contre 258 g/j). Ces écarts correspondent aux différences observées d'une manière générale dans le troupeau : les agneaux nés en mars (premier essai) ont toujours de meilleures croissances que ceux qui sont nés en juillet (deuxième essai) peut-être par suite des différences de température pendant la période d'engraissement.

Les vitesses de croissance des agneaux des trois lots, significativement différentes dans le premier essai à même niveau de consommation n'ont pas significativement varié dans le second essai (consommations croissantes avec la proportion de pellicules).

Le poids de contenu du rumen (qui représente 70 à 80 p.100 des poids de contenu digestif total) a peu varié d'un lot à l'autre dans le premier essai, il a diminué de manière très importante lorsque le taux de pellicules dans la ration a augmenté lors du second essai, bien que les niveaux d'ingestion correspondants aient augmenté.

Enfin l'état d'engraissement des carcasses, estimé à partir de relations établies au Laboratoire, a augmenté avec le taux d'incorporation de pellicules dans le second essai bien que le poids des carcasses soit sensiblement identique : 6,2 ; 5,9 et 8,2 kg de gras respectivement dans les carcasses des agneaux des lots T, 15 et 30 p.100 de la première répétition et 4,1 ; 4,3 et 4,6 kg pour ceux de la deuxième répétition.

Discussion et conclusion

Les résultats des essais d'engraissement confirment ceux des mesures de digestibilité. La valeur énergétique nette des pellicules de colza est voisine de 0,6 UFV/kg MS. (0,53 UFV/kg de produit brut), c'est-à-dire nettement inférieure à la valeur de 0,7 UFV/kg MS, proposée par Brigitte MICHALET-DOREAU et DEMARQUILLY (1980) et retenue lors de l'établissement des rations isoénergétiques. Or nous avons constaté qu'à même niveau de consommation la croissance des agneaux a diminué avec le taux d'incorporation, et qu'elle n'a pas été modifiée à niveaux de consommation croissants.

Cet essai d'engraissement ne permet pas, par contre, d'améliorer les résultats des mesures de digestibilité et de proposer une valeur plus précise car 2 phénomènes inverses se sont produits :

- le contenu digestif a diminué lorsque la proportion de pellicules dans l'aliment augmentait, la composition du gain de poids vif était donc différente, il était plus riche en énergie dans les lots à faible proportion de pellicules.
- inversement la composition des carcasses était différente, ce sont les animaux qui avaient reçu le régime le plus riche en pellicules de colza, donc le plus riche en lipides, qui ont donné les carcasses les plus grasses.

Or les mesures réalisées ne permettent pas de préciser la variation de l'énergie corporelle des animaux pendant l'essai. Si l'on estime la valeur énergétique des aliments concentrés à partir de la nouvelle valeur de la pellicule (0,6 UF et non 0,7), ces aliments ont les concentrations suivantes : 1 ; 0,97 et 0,93 UFV/kg de MS pour 0,15 et 30 p.100 de pellicules respectivement. Les indices de consommation des agneaux (quantité d'énergie nette disponible pour la croissance par kg de gain, pour éliminer l'effet de la durée d'engraissement) s'élèvent alors respectivement à 3,14 ; 3,10 et 3,55 UFV/kg de gain pour les aliments T-15 et 30 p.100 dans le premier essai et à 2,3 ; 2,9 et 2,8 UFV/kg de gain dans le second.

Cette différence de 0,4 à 0,6 UFV/kg de gain entre les lots extrêmes correspond aux différences observées dans le poids de contenu et l'état d'engraissement.

Nous retiendrons donc la valeur de 0,6 UFV/kg de MS pour les pellicules de colza non délipidées.

Cet aliment qui n'entraîne aucune diminution de consommation chez l'agneau en croissance, tout comme celà a été observé sur vache laitière est donc comparable au point de vue valeur énergétique et teneur en matières azotées digestibles à une luzerne déshydratée de qualité moyenne.

Références bibliographiques

DEMARQUILLY C., MICHALET-DOREAU Brigitte, 1979. Valeur nutritive et utilisation de pellicules d'oléagineux. *Bull. tech. Inf.* **343-344**, 375-381.

MICHALET-DOREAU Brigitte, DEMARQUILLY C. 1980. Valeur alimentaire des pellicules de différentes graines oléagineuses. *Bull. tech. C.R.Z.V. Theix.*, INRA. 39, 15-22.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé grâce au concours financier du CETIOM que nous remercions.

TABLEAU 5

Caractéristiques, consommations et performances des agneaux

Lot	Poids (kg)		Durée d'engraissement (jours)	Gain quotidien (grammes/jour)	Matière Sèche ingérée grammes/ agneau/jour	Pourcentage de foin dans la ration (p100 de la MS)	Poids de carcasse (kilogs)	Poids de contenu du rumen (kilogs)	Poids de gras de toilette (grammes)	Poids de gras perirenal (grammes)
	Début	Fin								
Première série										
Témoin	20,1 ± 2,1	36,8 ± 0,7	51,0 ± 7,3	331 ± 48	1459	19,0	17,06 ± 0,69	3,40 ± 0,46	580 ± 120	252 ± 75
15 p.100	20,0 ± 1,4	36,4 ± 0,2	47,7 ± 5,3	340 ± 18	1480	18,5	15,84 ± 0,84	3,50 ± 0,41	825 ± 85	275 ± 146
30 p.100	19,7 ± 1,4	36,6 ± 0,9	61,2 ± 7,6	279 ± 27	1406	19,2	16,35 ± 0,51	3,21 ± 0,37	586 ± 106	246 ± 61
Deuxième série										
Témoin	18,6 ± 0,6	35,4 ± 0,6	57,7 ± 5,8	261 ± 15	1186	21,5	15,90 ± 0,53	3,07 ± 0,59	692 ± 158	371 ± 65
15 p.100	18,7 ± 0,5	35,3 ± 1,9	59,5 ± 7,8	264 ± 47	1299	20,5	16,61 ± 0,61	2,66 ± 0,48	747 ± 118	322 ± 62
30 p.100	18,7 ± 0,8	35,8 ± 0,8	67,7 ±13,0	239 ± 69	1351	23,5	16,74 ± 0,64	1,87 ± 0,73	966 ± 262	443 ± 156
Témoin	16,9 ± 0,8	35,5 ± 1,0	63,0 ± 4,9	276 ± 37	1138	22,5	17,40 ± 0,66	2,77 ± 0,66	502 ± 70	350 ± 115
15 p.100	16,9 ± 0,9	34,2 ± 1,5	70,0 ±17,0	237 ± 84	1225	21,0	16,77 ± 0,47	1,73 ± 0,71	625 ± 227	350 ± 79
30 p.100	16,8 ± 1,2	36,0 ± 0,4	67,7 ±13,0	272 ± 38	1305	23,5	17,13 ± 0,12	1,66 ± 0,57	603 ± 87	415 ± 87

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1982 (49) 47-49

Utilisation digestive des minéraux* des fourrages pauvres traités par la soude ou par l'ammoniac

Josette ROUFFET, J.-P. DULPHY(*) et J.-P. BARLET
avec la collaboration de L. L'HOTELIER (*) et R. ROUX

Laboratoire des Maladies métaboliques
(*) *Laboratoire des Aliments*

Les pailles ont une valeur alimentaire très faible et ne sont en général utilisées qu'en petites quantités dans les rations des Ruminants. Les traitements chimiques des fourrages pauvres, par la soude ou par l'ammoniac, permettent d'améliorer l'utilisation des glucides membranaires (hémicelluloses) et de la lignine de ces fourrages (JOUANY, 1975). Cependant, à notre connaissance, personne n'a étudié l'influence de ces traitements sur la digestibilité des minéraux de la ration. C'est ce que nous avons fait dans l'expérimentation rapportée ici.

Conditions expérimentales

Neuf lots de 5 à 6 béliers castrés, pesant 60 à 75 kg, ont reçu pendant 28 jours un régime constitué par de la paille (de blé ou de riz) et du concentré (300 g/j) ou par un foin de fléole de mauvaise qualité distribué seul. Chaque fourrage était consommé *ad libitum*, tel quel ou après traitement à la soude par voie humide ou à l'ammoniac. Un dixième lot de 5 animaux a reçu la paille de blé traitée à l'ammoniac en quantité limitée, au niveau de l'ingestion de la paille non traitée. Après 3 semaines d'adaptation, sur les animaux placés en cages à bilan individuelles, nous avons mesuré le coefficient d'utilisation digestive apparent des minéraux majeurs de la raiton (calcium, phosphore minéral, magnésium, sodium et potassium) ainsi que leurs taux plasmatiques chez les animaux recevant la paille de blé.

* Ce travail a été réalisé dans le cadre de la Thèse de A. KOMAR (Elève Ingénieur de l'ENSA de Montpellier) à laquelle on pourra se reporter pour avoir plus de détails sur le protocole expérimental et la valeur alimentaire des pailles utilisées.

Résultats et discussion

Dans nos conditions expérimentales, qu'il s'agisse du foin de mauvaise qualité ou des pailles de blé ou de riz, les traitements par la soude ou par l'ammoniac augmentent les quantités de fourrages consommées, que celui-ci soit distribué seul (foin) ou avec concentré (pailles) (tabl. 1).

Les traitements n'ont aucun effet sur la composition minérale des fourrages : seule la teneur en sodium de ceux traités à la soude est considérablement augmentée (tabl. 1). Ceci n'est pas un inconvénient dans la mesure où les graminées sont toujours très riches en potassium et pauvres en sodium (GUEGUEN et FAUCONNEAU, 1961).

Le traitement par la soude n'a aucun effet néfaste sur l'utilisation des minéraux (tabl. 2 et 3). Il entraîne une élévation de l'ingestion de sodium (tabl. 1), associée à une excrétion fécale et urinaire accrue de cet élément (tabl. 3).

TABLEAU 1

Influence du traitement des fourrages pauvres par la soude ou l'ammoniac sur la matière sèche (MS) *consommée quotidiennement et sur la teneur en minéraux du régime* (*Calcium : Ca ; Magnésium : Mg ; Phosphore minéral : P ; Sodium : Na ; Potassium : K*)

Régime		M.S. consommée (g/jour)	Composition minérale (g/kg MS) Ca	Mg	P	Na	K
Foin	Normal	1133	3,0	0,9	2,2	0,1	14,1
	+ NaOH	1399	2,9	0,9	2,0	27,0	13,1
	+ NH_3	1460	3,1	1,0	2,2	0,1	13,4
Paille de blé	Normale	620	3,3	0,9	0,1	0,1	13,5
	+ NaOH	1014	3,9	0,9	0,1	29,0	13,7
	+ NH_3 (1)	1027	2,7	0,8	0,1	0,1	14,8
Concentré			7,7	2,5	7,8	7,8	11,6
Paille de riz	Normale	968	4,1	1,5	0,5	0,3	9,6
	+ NaOH	1422	4,2	1,2	0,5	31,3	10,7
	+ NH_3	1196	4,5	1,1	0,5	0,3	11,0
Concentré			8,3	2,7	11,7	6,6	11,7

(1) Les animaux recevant en quantité limitée la paille de blé traitée à l'ammoniac ingéraient quotidiennement 620 g de MS.

TABLEAU 2

Influence du traitement des fourrages pauvres par la soude ou l'ammoniac sur le coefficient d'utilisation digestive apparent (%) *des minéraux de la ration*

Régime		Coefficient d'utilisation digestive Ca	Mg	P	Na	K
Foin	Normal	36	63	56		85
	+ NaOH	67	76	71	(a)	95
	+ NH_3	70	79	71		91
Paille de blé	Normale	- 5	25	2	65	78
	+ NaOH	14	22	- 12	92	92
	+ NH_3	- 12	- 24	- 15	50	89
	+ NH_3 quantité limitée	- 13	18	- 8	73	36
Paille de riz	Normale	- 1	28	- 19		85
	+ NaOH	- 7	21	—	(a)	93
	+ NH_3	- 12	5	- 20		89

(a) Les animaux disposant de pierres à sel (NaCl), la mesure du CUD du Na n'a pu être effectuée.

Le traitement par l'ammoniac a tendance à diminuer l'utilisation digestive apparente du calcium, du phosphore et du magnésium (tabl. 2 et 3). Les raisons de cette diminution sont inconnues. Elle ne semble pas liée à l'augmentation des quantités consommées (tabl. 1), puisqu'elle apparaît même chez les animaux recevant en quantité limitée la paille traitée à l'ammoniac (tabl. 3). Cependant, chez tous les animaux recevant la paille traitée à l'ammoniac, les taux plasmatiques des minéraux n'ont pas varié de façon significative pendant toute la période expérimentale (tabl. 4).

En conclusion, alors que le traitement des fourrages pauvres par la soude n'a aucune influence sur l'utilisation digestive apparente et l'excrétion des minéraux de la ration, le traitement par l'ammoniac a tendance à augmenter l'excrétion fécale du calcium, du phosphore et du magnésium. En pratique, on pourrait donc conseiller d'augmenter légèrement (de 5 à 15 p.100) la teneur en ces minéraux du concentré distribué avec un fourrage pauvre traité à l'ammoniac.

TABLEAU 3

Influence du traitement de la paille de blé par la soude ou par l'ammoniac sur l'excrétion urinaire et fécale et la rétention des minéraux de la ration

Minéraux	Régime	Ingéré (g/j)	Excrétion urinaire (mg/j)	Excrétion fécale (g/j)	Rétention (g/j)
Calcium	Paille normale	3,5	5,0	3,7	- 0,2
	+ NaOH	5,3	1,2	4,5	0,8
	+ NH_3	4,3	1,6	4,8	- 0,5
	+ NH_3 QL	3,4	10	3,8	- 0,4
Phosphore	Paille normale	3,3	924	3,3	- 0,1
	+ NaOH	3,6	21	4,0	- 0,4
	+ NH_3	3,5	26	4,0	- 0,5
	+ NH_3 QL	3,3	489	3,5	- 0,7
Magnésium	Paille normale	1,1	261	0,8	0
	+ NaOH	1,4	296	1,1	0
	+ NH_3	1,3	370	1,6	- 0,6
	+ NH_3 QL	1,0	288	0,8	- 0,1
Sodium	Paille normale	2,3	1680	0,8	- 0,8
	+ NaOH	24,1	14630	1,9	7,6
	+ NH_3	2,3	1440	1,2	- 0,3
	+ NH_3 QL	2,3	1690	0,6	0
Potassium	Paille normale	7,7	2561	1,7	3,4
	+ NaOH	12,2	98	1,1	11,1
	+ NH_3	13,5	10458	1,5	1,5
	+ NH_3 QL	9,7	4054	1,4	7,9

(NH_3 QL : animaux recevant en quantité limitée le fourrage traité à l'ammoniac)

TABLEAU 4

Taux plasmatiques (mg/dl) du calcium (Ca), du phosphore (P), du magnésium (Mg), du sodium (Na) et du potassium (K) chez les béliers castrés recevant la paille de blé ayant subi le traitement à la soude ou à l'ammoniac (moyenne ± erreur type)

Traitement de la paille	Ca			P			Mg			Na			K		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Normale	9,0 ± 0,1	9,1 ± 0,2	9,7 ± 0,2	7,8 ± 0,4	7,9 ± 0,2	7,5 ± 0,4	2,3 ± 0,1	2,1 ± 0,1	2,2 ± 0,1	315 ± 4	325 ± 3	323 ± 3	19 ± 0,4	18 ± 0,5	20 ± 0,4
+ NaOH	9,6 ± 0,2	8,8 ± 0,5	10,1 ± 0,2	8,1 ± 0,5	9,4 ± 0,9	6,9 ± 0,5	2,3 ± 0,1	1,7 ± 0,2	2,2 ± 0,1	327 ± 8	332 ± 3	320 ± 1	22 ± 1,2	22 ± 1,2	22 ± 0,6
+ NH_3	9,1 ± 0,2	10,7 ± 1,4	10,3 ± 0,2	8,5 ± 0,5	8,0 ± 0,7	7,0 ± 0,1	2,3 ± 0,1	2,5 ± 0,4	2,3 ± 0,1	314 ± 5	319 ± 5	322 ± 2	20 ± 0,4	20 ± 0,4	20 ± 0,4
+ NH_3 QL	9,3 ± 0,4	8,9 ± 0,4	9,1 ± 0,2	9,2 ± 0,6	8,6 ± 0,5	8,5 ± 0,6	2,3 ± 0,04	2,2 ± 0,04	2,6 ± 0,05	322 ± 6	325 ± 3	328 ± 4	21 ± 0,3	20 ± 0,1	19 ± 0,5

NH_3 QL : paille traitée à l'ammoniac, distribuée en quantité limitée
(1) début du régime ; (2) : après 24 jours de régime ;
(3) : 15 jours plus tard sur régime commun à base de foin

Références bibliographiques

GUEGUEN L., FAUCONNEAU G., 1961. *Ann. Zootech.*, **10**, 69-87.

JOUANY J.P., 1975. *Bull. tech. CRZV Theix-INRA*, **21**, 5-15.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1982 (49) 51-57

Utilisation d'un ensilage d'herbe enrichi en ammoniac par des jeunes bovins en croissance

A. MULLER
avec la collaboration de J.R. PECCATTE

Domaine INRA du Pin-au-Haras - 61310 Exmes

Récoltés aux environs de l'épiaison, les ray-grass anglais de premier cycle ont, comme les ray-grass d'Italie, le défaut d'être pauvres en matières azotées, seulement 8 à 11 p.100 de la matière sèche. S'ils sont ensilés avec un conservateur efficace et hâchés suffisamment fin, ils sont généralement bien consommés ; mais une complémentation en azote est nécessaire pour obtenir 600 à 800 g de croît journalier avec des jeunes bovins d'un an environ. Cette complémentation est couramment assurée par du tourteau de soja distribué à raison de 0,5 kg jusqu'à 1 kg par jour. Mais l'utilisation simultanée d'un conservateur et d'un complément à la fois énergétique et azoté peut être critiquée sur le plan économique alors que l'on part de fourrages verts de bonne valeur alimentaire faciles à ensiler et distribués à des animaux assez peu performants.

Le ressuyage du fourrage par temps favorable peut permettre de faire l'économie du conservateur sans augmenter sensiblement les pertes ; mais l'élévation corrélative du niveau d'ingestion est généralement insuffisante pour éviter la complémentation énergétique, et elle n'apporte pas de solution au déficit azoté. Nous avons voulu le vérifier en comparaison avec un traitement à l'acide formique. Nous avons aussi cherché à savoir s'il était possible d'étendre à ces fourrages verts la technique d'incorporation d'ammoniac anhydre qui se développe avec les maïs destinés à l'ensilage. En effet, cette incorporation se traduit par une forte augmentation de la teneur en azote, le taux de fixation de l'ammoniac étant de l'ordre de 80 p.100 ; le pH s'élève sensiblement ; il y a stimulation de la fermentation lactique et limitation de la protéolyse (JOURNET *et al.,* 1982). On observe ainsi une diminution des pertes au silo et des risques de postfermentation. Au stade de la distribution on peut réduire, voire supprimer la complémentation azotée. Des effets comparables pourraient être observés au moins partiellement avec des fourrages verts de graminées riches en glucides solubles.

Nous avons donc, au printemps 1980, préparé trois ensilages à partir d'un même ray-grass anglais : deux en coupe directe avec soit de l'acide formique, soit de l'ammoniac, le troisième par ressuyage. L'hiver suivant, ces ensilages ont été distribués à trois lots comparables de jeunes bovins en croissance, qui recevaient, en plus, une complémentation modérée ajustée à la teneur en azote des ensilages : un peu de tourteau de soja tanné avec le premier et le troisième ensilages, du maïs grain broyé avec le second. Ce sont les résultats de cet essai que nous allons exposer et discuter.

Conditions expérimentales

Préparation des ensilages (cf. tabl. 1 et 2)

Nous avons récolté les fourrages le 3 juin 1980, à la pleine épiaison du ray-grass anglais (variété Perma), par beau temps, avec deux ensileuses à tambour précédées de deux faucheuses rotatives : une partie des andains ainsi formés a été laissée plus longtemps au sol pour le ressuyage. La réaction de l'ammoniac sur l'acide formique restant dans la goulotte nous a obligés à utiliser deux machines de récolte différentes, mais de caractéristiques comparables, pour la confection simultanée des deux premiers silos.

La quantité d'acide formique utilisée pour le traitement 1 (2,25 litres par tonne de vert) a été inférieure à celle préconisée pour ce conservateur (3 à 3,5 litres) ; elle nous paraît cependant acceptable lorsque le taux de MS atteint 20 p.100 et lorsque le fourrage vert est riche en glucides solubles.

TABLEAU 1

Caractéristiques des fourrages distribués

TRAITEMENTS	1 Acide formique	2 Ammoniac	3 Ressuyage
A LA RECOLTE			
MS p.100	20,0	20,5	24,8
Matieres Minérales (en % de la MS)	8,1	8,3	7,7
Matières Azotées Totales (en % de la MS)	11,6	13,0	11,3
Cellulose Brute (en % de la MS)	27,1	27,9	27,8
Glucides solubles (en % de la MS)	11,4	11,3	13,1
AU DESILAGE			
MS p.100 (sur frais)	21,5	20,4	22,1
pH	3,62	3,80	3,80
Matieres Azotees Totales (% MS)	11,1	13,3	11,5
N Soluble (% N total)	51,5	52,0	57,4
$N\text{-}NH_3$ (% N total)	6,6	19,5	8,1
Acide lactique (g/kg MS)	137	163	138
Acide acétique (")	16,0	15,6	18,3
Acide propionique (g/kg MS)	-	0,2	0,5
Acide butyrique (")	0,1	0,4	1,0
Alcools totaux (")	8,2	10,2	10,4
dont éthanol (")	7,2	9,2	9,2
Total volatils en % MS	4,3	5,0	4,9
A L'AUGE			
MS p.100	22,5	21,7	24,5
Matieres Minérales (en % de la MS)	8,2	8,8	8,5
Matières Azotées Totales (en % de la MS)	11,1	13,3	11,6
Cellulose Brute (en % de la MS)	33,0	32,1	31,8
Glucides solubles (en % de la MS)	0,7	0,6	0,8

TABLEAU 2

Principales conditions expérimentales

TRAITEMENTS		1 Acide formique	2 Ammoniac	3 Ressuyage
Fourrage ensilé : Ray Grass Anglais au 1er cycle - stade épiaison		direct + 2,25 litres d'acide formique par tonne de vert	direct + 1,76 kg d'ammoniac par tonne de vert	ressuyé ressuyage de 6 heures sans conservateur
Caractéristiques des animaux		39 bouvillons normands âgés d'1an répartis en 3 lots comparables de 13 - gain de poids de 830 g/j au pâturage - 386 kg de poids vif à la mise en lots		
Traitements expérimentaux	1ère période : ensilage à volonté (8 semaines)	+ 1kg de concentré azoté de qualité (Protane C)	+ 1 kg de maïs-grain concassé	+ 1kg de concentré azoté de qualité (Protane C)
	2ème période : ensilage limité + concentré azoté de qualité (Protane S) (8 semaines)	quantités ajustées sur le lot 2 + 0,5 kg	quantités ajustées au niveau d'ingestion de la Période 1 + 0,5 kg	quantités ajustées sur le lot 2 + 0,5 kg

Pour réaliser l'injection d'ammoniac anhydre dans le traitement 2, un réservoir de 50 kg de capacité a été placé sur une bascule ayant une précision de 100 g et celle-ci a été fixée latéralement sur l'une des ensileuses. L'injection avait ainsi lieu au niveau du tambour hacheur. La quantité d'ammoniac utilisée a été de 8,57 kg par tonne de MS, ce qui devait correspondre à une élévation du taux de MAT dans la MS de 3,5 p.100 si le taux de fixation avait été de 80 p.100.

Les délais moyens observés entre la fauche et la récolte ont été de 1,5 heure pour les traitements 1 et 2, et de 6 heures pour le traitement 3, ce qui a fait ressortir un gain apparent de 4 points de la teneur en MS de l'ensilage ressuyé. Les trois ensilages ainsi préparés ont été stockés dans trois silos-couloirs bétonnés parallèles.

Dans tous les fourrages récoltés en mai 1980, nous avons observé des taux de MAT de 11,5 p.100 en moyenne (traitements 1 et 3), supérieurs à ceux constatés les années précédentes ; l'absence totale de pluies en avril pourrait avoir favorisé la nitrification dans les sols argileux, humides et froids du domaine du Pin, ainsi que l'absorption de l'azote par les racines, grâce à un plus rapide réchauffement du sol (LAISSUS, communication personnelle).

Schéma expérimental (cf. tabl. 2 et 3)

TABLEAU 3

Caractéristiques des concentrés distribués

Composition en % de la MS	Matières Minérales	Matières Azotées (N x 6,25)	Cellulose brute
Maïs grain broyé	1,4	10,7	1,6
Protane C	12,4	31,0	9,6
Protane S	7,8	47,6	7,0

Nous avons utilisé 42 jeunes mâles castrés normands nés en octobre 1979, élevés en système laitier et mis au pâturage en avril 1980. Leur croissance estivale a été alors supérieure à 800 g. Début novembre, ils ont été regroupés en stabulation libre paillée avec aire d'alimentation bétonnée et ont ensuite reçu pendant 3 semaines l'ensilage traité à l'ammoniac, complémenté par 1 kg de concentré (maïs grain et tourteau de soja). Ils ont alors été répartis en 3 lots comparables de 13 animaux chacun en fonction de leur poids vif et de leur croissance estivale ; à chaque lot a été attribué au hasard un ensilage expérimental offert *ad libitum*, complémenté :

- par 1 kg de maïs grain broyé pour le lot 2 (ensilage avec ammoniac)
- par 1 kg de concentré azoté pour les lots 1 et 3 ; ce concentré azoté comportait 45 p.100 d'un mélange de tourteau de colza et de soja traités à l'aldéhyde formique et le reste sous forme de céréales, pulpe sèche, son et sels minéraux (Protane C).

Un complément minéral riche en phosphore (16 p.100) et calcium (8 p.100) a été réparti sur l'ensilage placé dans les auges à raison de 50 g par animal pour les lots 1 et 3, et de 100 g pour le lot 2, afin de couvrir les besoins estimés des animaux en minéraux.

Après 2 semaines d'adaptation aux rations ainsi constituées, l'expérience devait durer jusqu'en fin d'hiver, soit 16 semaines environ, sans inversion de lots ni changement des rations ; cependant, les résultats observés déjà au bout de 3 semaines, et qui sont exposés ci-après, nous ont conduits, à partir de la 9ème semaine, à limiter aux lots 1 et 3 la distribution de l'ensilage à la quantité ingérée par le lot 2, et à distribuer dès lors aux 3 lots le même complément apporté en quantité identique : 0,5 kg d'un mélange de tourteaux de colza et de soja traités à l'aldéhyde formique (Protane S). Pour cette seconde période expérimentale, d'une durée de 8 semaines (après 1 semaine de transition), un complément minéral de type 14 (P)-14(Ca) a été distribué sur l'ensilage aux 3 lots à raison de 35 g par jour et par animal.

Mesures effectuées

La composition chimique (MS, MM, MAT, CB, glucides solubles) des fourrages a été analysée à la récolte, ainsi que celle des ensilages et des concentrés distribués pendant l'hiver. Quatre échantillons frais par silo ont été congelés et envoyés au Laboratoire des Aliments (Theix) pour analyser les caractéristiques fermentaires. La digestibilité de la matière organique et des matières azotées de chaque ensilage ainsi qu'un bilan azoté, ont été effectués pendant 10 jours sur un même lot de 6 moutons maintenus en cages à métabolisme.

Les quantités d'ensilage offertes et refusées ont été pesées 4 jours par semaine pour chaque lot d'animaux. Ceux-ci ont été pesés 2 jours de suite lors de la mise en lots, en début et en fin de chaque période expérimentale, ainsi que 2 fois en milieu de période.

Résultats

Caractéristiques des ensilages (cf. tabl. 1, 4 et 5).

TABLEAU 4

Valeurs alimentaires des ensilages et bilan azoté

- moutons maintenus en cages à métabolisme -

Traitements	1 Acide formique	2 Ammoniac	3 Ressuyage
Coefficient d'Utilisation Digestive (p.100)			
de la Matière Organique	75,8	74,2	75,8
des Matières Azotées	57,1	64,6	60,3
Ingestibilité			
g MS/Kg poids métabolique	50,7	44,4	55,8
Valeur énergétique estimée			
(UFL/Kg MS)	0,89	0,87	0,89
Valeur azotée (g/Kg MS)			
- PDIA	23	27	21
- PDIN	65	78	67
- PDIE	75	79	73
Bilan azoté			
N ingéré (g/j)	18,2	18,6	22,8
N fécal en p.100 de N ingéré	41	34	38
N urinaire en p.100 de N ingéré	32	50	42
N retenu en p.100 de N ingéré	26	15	20
N retenu (g/j)	4,8	2,7	4,6

TABLEAU 5

Valeur nutritive des concentrés distribués
- Selon tables INRA, 1978 -

Par Kg brut	UFL	UFV	PDIN (g)	PDIE (g)
Maïs grain broyé	1,10	1,11	69	100
Protane C	0,88	0,84	180	180
Protane S	0,95	0,90	325	320

D'une manière générale, les ensilages ont été bien conservés, avec un pH bas (<4,0), des taux d'acide lactique très élevés (>130 g/kg MS), des teneurs acceptables en acide acétique et faibles pour les autres acides gras volatils (AGV). Les taux d'N-NH_3 sont faibles, sauf à l'évidence dans le traitement 2 où ils ne dépassent cependant pas 20 p.100. Dans ce cas, l'injection d'N-NH_3 a favorisé la fermentation lactique ; les levures ont aussi pu se développer plus que dans l'ensilage traité à l'acide formique. Cependant, l'élévation du taux de matières azotées n'est que d'environ 2 points ce qui donne un taux de fixation de l'ammoniac injecté de 50 p.100 seulement. Les glucides solubles présents dans le fourrage lors de la récolte ont été utilisés en quasi-totalité par les ferments lactiques quel que soit le traitement.

Notons enfin, que, sans qu'elles aient été mesurées les pertes par inconsommable (parois, couche supérieure) sont apparues plus faibles dans le silo où était stocké l'ensilage traité à l'ammoniac.

Les coefficients d'utilisation digestive (CUD) de la matière organique et des matières azotées n'ont pas été sensiblement affectés par le ressuyage, par rapport à l'ensilage avec acide formique. L'ingestibilité du fourrage ressuyé a augmenté de 10 p.100 chez les moutons alors que les taux de MS moyens observés sur tout l'hiver ne diffèrent que de 2 points. Par contre, par rapport à l'ensilage avec acide formique, le traitement par l'ammoniac a provoqué à la fois, une faible baisse de la digestibilité de la MO (2 p.100), une forte baisse de l'ingestibilité (12 p.100) et une sensible élévation (13 p.100) du CUD apparent des matières azotées. Si la valeur énergétique nette estimée de l'ensilage avec ammoniac est peut-être un peu diminuée, sa valeur azotée estimée est plus élevée, puisque les teneurs en PDIA et en PDIMN augmentent avec la teneur en MAT (cf. Alimentation des Ruminants, INRA, 1978).

Les quantités d'azote ingérées par les moutons sont comparables entre les traitements avec acide formique et avec ammoniac, mais plus élevées avec l'ensilage ressuyé. Si l'excrétion d'azote par les fécès n'est pas différente entre les trois traitements, celle par l'urine est plus importante après ressuyage et surtout après traitement par l'ammoniac ; il en résulte que, avec cet ensilage, les moutons ont en moyenne retenu 2 g d'azote par jour en moins.

Quantités ingérées par les jeunes bovins et croissances observées (cf. tabl. 6 et fig. 1)

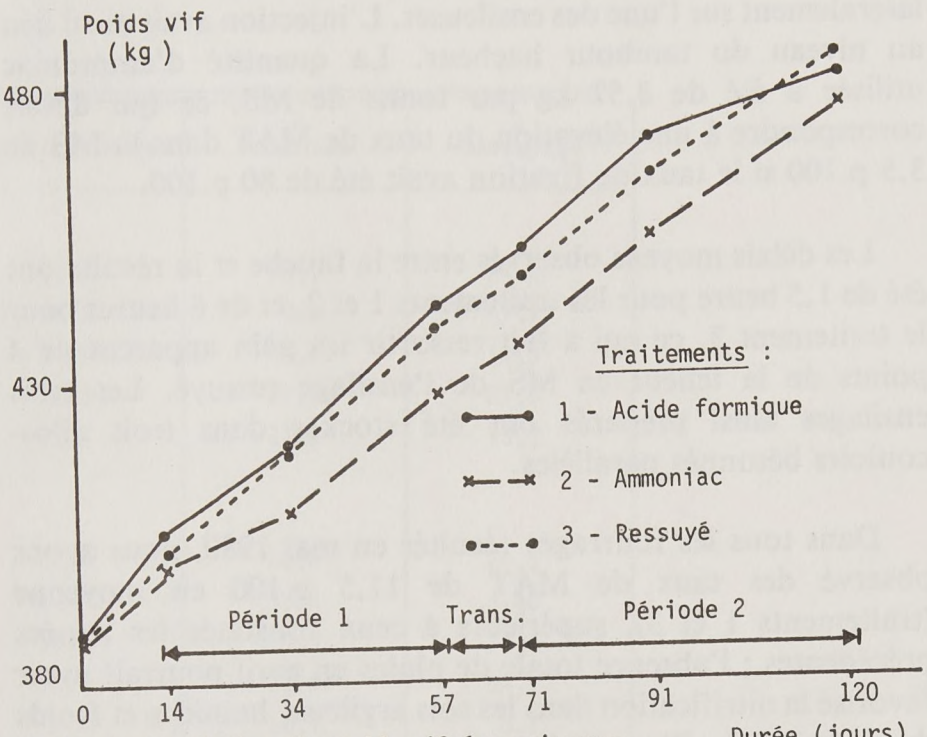

FIG. 1 : Evolution du poids vif des animaux

Au cours de la première période, les animaux des lots 1 et 3 ont ingéré pratiquement les mêmes quantités d'ensilage et ont réalisé des croissances comparables, voisines de 900 g/j ; le lot qui recevait l'ensilage traité par l'ammoniac en a ingéré 12 p.100 de moins et les croissances observées ont été plus faibles de 230 g/jour, soit une réduction de 26 p.100 par rapport au lot témoin ($P < 0,05$).

Dès lors que les quantités d'ensilage distribuées ont été identiques pour les 3 lots au cours de la période 2 et avec la même complémentation, le croît des animaux du lot 2 est devenu comparable à celui du lot 3 (ensilage ressuyé). Le lot témoin par contre, après un début de seconde période satisfaisant (voir fig. 1) a présenté en fin d'expérience, des poids vifs aberrants, alors que le comportement alimentaire des animaux était parfaitement normal ; il a été vérifié que l'eau de boisson, offerte en deux places par lot, était propre. Ces valeurs de poids vifs, dûes très probablement à des problèmes de contenu digestif lors de la double pesée de fin d'expérience, n'ont pas reçu d'explication satisfaisante.

Si l'on compare les apports recommandés (INRA, 1978) aux apports effectués (estimés), on constate qu'un croît de 800 g/j était couvert dans tous les cas durant la 2ème période. En revanche, au cours de la période 1, les animaux du lot 2 (ammoniac) ont reçu environ 100 g de PDI en moins que ceux des lots 1 et 3 (tabl. 6). Ces apports auraient dû cependant permettre des croissances de l'ordre de 750 g/j.

Discussion-conclusion

Bien que la teneur en MS de la plante ensilée soit voisine de 20 p.100, nous n'avons observé qu'un taux de fixation de l'ammoniac de 50 p.100 ce qui n'a permis d'augmenter la teneur en matières azotées (N × 6,25) de l'ensilage que de 2

TABLEAU 6

Quantités ingérées et performances obtenues sur jeunes bovins

TRAITEMENTS	1 Acide formique	2 Ammoniac	3 Ressuyage
Nombre d'animaux	13	13	13
Période 1 (8 semaines)			
MS de l'ensilage (p.100)	21,5	20,6	23,3
Quantités ingérées (kg de MS)			
Ensilage	6,97	6,12	6,83
Concentré	0,89	0,88	0,89
Minéraux 16-8	0,05	0,10	0,05
Total	7,91	7,10	7,77
Total % poids vif	1,87	1,71	1,85
Apports nutritifs			
UFL	7,08	6,42	6,96
PDIN (g)	633	549	637
PDIE (g)	702	583	678
Poids vif (kg)			
Début période	405 ± 36	400 ± 32	402 ± 31
Fin période	443 ± 40	428 ± 36	439 ± 38
Croît quotidien moyen (g/j)			
en 43 jours	878 ± 212 (a)	649 ± 240 (b)	873 ± 200 (a)
Besoins estimés pour 425 kg de poids vif et 800 g/j : 5,8 UFL et 560 g de PDI			
Période 2 (8 semaines)			
MS de l'ensilage (p.100)	21,7	20,8	23,4
Quantités ingérées (kg de MS)			
Ensilage	6,35	6,41	6,48
Concentre	0,44	0,44	0,44
Minéraux 14-14	0,03	0,03	0,03
Total	6,82	6,88	6,95
Total % poids vif	1,46	1,51	1,49
Apports nutritifs			
UFL	6,13	6,06	6,25
PDIN (g)	575	662	596
PDIE (g)	636	666	633
Poids vif (kg)			
Début période	453 ± 42	436 ± 31	448 ± 37
Fin période	482 ± 44	477 ± 39	485 ± 38
Croît quotidien moyen (g/j)			
en 49 jours	586 ± 150 (a)	847 ± 213 (b)	763 ± 105 (b)
Besoins estimés pour 465 kg de poids vif et 800 g/j : 6,1 UFL et 575 g de PDI			

N.B. Les valeurs affectées de lettres différentes sont significativement différentes (P<0,05)

points. Ce faible enrichissement en ammoniac n'a cependant pas augmenté la solubilité de l'azote de l'ensilage traité tout en préservant sa qualité de conservation. Par rapport aux ensilages de maïs, où le taux de fixation moyen de l'ammoniac est voisin de 65 p.100 (ITEB, 1980 et 1981 ; ITCF, 1982) il semble qu'avec l'herbe la surface de coupe par rapport à la surface totale du brin soit plus faible dans ce cas que dans celui du maïs. De plus, le chantier comportait au départ trop de virages et peu de longs andains ; ce fait, source de désagréments pour le personnel chargé de la récolte, doit avoir augmenté les pertes d'ammoniac. Couramment, on peut donc espérer un taux de fixation de l'ordre de 60 p.100, du moins en coupe fine et avec des fourrages à moins de 25 p.100 de MS.

On peut surtout être déçu de l'effet dépressif important provoqué par l'ammoniac sur l'ingestibilité de l'ensilage, tant auprès des jeunes bovins qu'auprès des moutons, et des conséquences sur les croissances. Or l'ammoniac n'a pas un tel effet lorsqu'on traite des pailles ou des foins (DULPHY et autres auteurs, essais en cours) et il n'est de ce fait pas évident que l'on retrouve ce phénomène chaque fois que l'on aura traité de l'ensilage d'herbe à l'ammoniac. Les causes de cet effet doivent donc être recherchées ailleurs. Plusieurs auteurs anglais ont constaté que des teneurs en acide lactique supérieures à 100 g/kg de MS diminuaient l'ingestibilité des ensilages ; mais les taux d'acide lactique dans notre essai sont supérieurs à cette valeur quel que soit l'ensilage, qui s'est bien

consommé lorsqu'il était traité à l'acide formique ou ressuyé.

La nature du concentré et de ses constituants glucidiques ou son mode de distribution pourraient être mise en cause ; il n'est pas prouvé en effet que le maïs grain broyé, rapidement ingéré au cours d'un seul repas, ait été le complément énergétique le mieux adapté. La pulpe déshydratée ou la mélasse mélangée à l'ensilage seraient à essayer. Mais cependant c'est l'apport, en 2ème période, de protéines protégées de la dégradation dans le rumen qui a permis, à même niveau d'ingestion, que le lot recevant l'ensilage à l'ammoniac réalise des performances comparables à celles du lot consommant l'ensilage ressuyé. C'est donc sans doute parce que les apports azotés de l'ensilage avec ammoniac étaient surestimés qu'il s'est mal consommé ; et les résultats des bilans azotés sur moutons sont cohérents avec les observations sur le croît des jeunes bovins.

On dose en effet comme azote insoluble une partie de l'ammoniac solidement lié aux parois végétales, et cet azote est assimilé à tort à des protéines (HUBER *et al.*, 1979 ; CORDESSE, 1981 ; JOURNET *et al.*, 1982). On a donc surestimé la teneur en PDIA (DEMARQUILLY, communication personnelle). De plus, la teneur en acide lactique très élevée, et la baisse de digestibilité de la matière organique (1,6 point) qui l'accompagne, traduisent bien une diminution de la matière organique réellement utilisable pour la synthèse microbienne. Il y a donc aussi surestimation de la valeur en PDIE de l'ensilage traité à l'ammoniac.

Ainsi, en 1ère période, le lot recevant l'ensilage à l'ammoniac a été défavorisé par rapport aux deux autres lots, pour lesquels les apports azotés tant en PDIN qu'en PDIE n'étaient pas limitants. Il aurait donc été intéressant de voir si la distribution d'un complément azoté de qualité en 2ème période provoquait une augmentation de l'ingestion d'ensilage traité à l'ammoniac qui aurait pu entraîner des meilleures performances.

En 1ère période, on constate en effet que l'indice de consommation est de 9,9 UFL/kg de gain pour le lot ensilage avec ammoniac contre environ 8 pour les lots avec acide formique ou ressuyé alors qu'en 2ème période, ce même indice est respectivement de 7,1 contre 10,5 et 8,2 pour les lots ensilage avec ammoniac et les lots ensilages avec acide formique ou ressuyé.

Ces résultats ont montré que malgré un apport d'azote ammoniacal à la récolte du fourrage pour enrichir celui-ci en matières azotées fermentescibles, il était encore parfois nécessaire de complémenter les animaux en azote de qualité pour rétablir un flux suffisant de protéines dans l'intestin et obtenir une utilisation satisfaisante de l'énergie ingérée.

Enfin, si nous avons à déplorer sans explication satisfaisante la fin de l'essai dans le cas du traitement à l'acide formique, cela ne remet pas en cause ni les résultats obtenus pendant les 13 premières semaines, ni *a fortiori* la méthode elle-même, qui assure la sécurité, au prix de l'apport d'un conservateur efficace. Cependant, par beau temps, un ressuyage rapide a permis de faire l'économie d'un conservateur, sans modifier l'ingestion de ce fourrage facile à ensiler ni les croissances obtenues. Ce résultat est une confirmation partielle d'autres essais, dans lesquels en général un ressuyage plus poussé (à 28-35 p.100de MS) augmentait l'ingestibilité de l'ensilage mais pas les performances de croît ou de production laitière.

En conclusion, l'utilisation d'un conservateur acide, efficace mais cher, ne paraît pas une contrainte inéluctable pour disposer de bons ensilages d'herbe. Lorsque les conditions climatiques le permettent, le ressuyage est une méthode économique qui semble ne pas entraîner au silo des pertes excessives ; mais on ne peut pas toujours ensiler par beau temps. L'ammoniac pourrait avoir pour premier avantage de diminuer ces pertes par inconsommable, ce qui n'est pas négligeable mais qui devra être quantifié pour en mesurer l'incidence. Cependant, c'est à priori l'enrichissement en azote du fourrage ensilé qui justifie l'emploi de l'ammoniac. L'essai que nous avons rapporté n'a pas mis en évidence la possibilité d'améliorer la valeur alimentaire de l'ensilage et d'économiser un complément azoté de qualité. Il serait nécessaire de vérifier l'effet du traitement sur l'ingestibilité de l'ensilage en recherchant une complémentation mieux adaptée tant en ce qui concerne la nature des glucides que la forme et la qualité de l'azote.

Remarquons enfin que le coût du traitement à l'ammoniac doit être inférieur à celui de l'acide formique, si l'exploitant dispose près de chez lui d'un poste d'approvisionnement par exemple pour la fertilisation.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier la Société Chimique de la Grande Paroisse qui a permis la réalisation de cet essai en fournissant l'ammoniac et le matériel nécessaire à l'injection du produit, et en particulier M. RIO qui a suivi l'essai tout au long de son déroulement.

Références bibliographiques

CORDESSE R., 1981. Alimentation d'agneaux à partir de paille traitée à l'ammoniac. *Ann. Zootech.*, **30** (2) 137-150 et **30** (3) 299-312.

DULPHY J.P. *et al.*, 1980. Valeur azotée d'ensilages d'herbe avec ou sans acide formique pour les vaches laitières. *Bull. tech. C.R.Z.V. Theix,* I.N.R.A., **40**, 27-34.

DULPHY J.P., DEMARQUILLY C., 1971. Utilisation des ensilages d'herbe par des génisses et des vaches laitières. *Bull. tech. C.R.Z.V. Theix,* I.N.R.A., **4**, 15-29.

DULPHY J.P., DEMARQUILLY C., 1972. Utilisation des ensilages d'herbe par des génisses et des vaches laitières. *Bull. tech. C.R.Z.V. Theix,* I.N.R.A., **10**, 5-16.

HUBER J.T., FOLDAGER J., SMITH N.E., 1979. Nitrogen distribution in corn silage treated with varyng levels of ammonia. *J. anim., Sci.,* **48**, 6, 1509-1515.

I.T.C.F., 1982. Traitement des ensilages de maïs par l'ammoniac anhydre et utilisation par les taurillons. C.R. essai Boigneville 110 et 414.

I.T.E.B., 1980. Utilisation par les vaches laitières d'ensilage de maïs enrichi en ammoniac anhydre. Etude n°80052.

I.T.E.B., 1981. Enrichissement de l'ensilage de maïs en ammoniac anhydre. Etude n°81061.

JOURNET M., HODEN A., PION R., PRUGNAUD J., 1982. Ensilages de maïs et ammoniac anhydre ; conséquences au niveau de leur valeur azotée (PDI). *Bull. tech., C.R.Z.V. Theix,* I.N.R.A., **49**.

MICHALET-DOREAU B. *Variations d'ingestion d'ensilage par les ruminants.* Thèse.

PFLIMLIN A., 1974. Les pertes des ensilages. Fourrages Actualités n°6.

VERITE R. *et al.,* 1974. Utilisation des tourteaux traités au formol par les vaches laitières. *Bul. tech. C.R.Z.V. Theix,* I.N.R.A., **18**, 5-10.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1982 (49) 59-67

Mise à l'herbe précoce des veaux laitiers nés à l'automne

1. Influence du chargement sur les performances au pâturage et pendant la phase de finition

R. GIOVANNI

avec la collaboration de G. ABELARD, S. BOUSSION, J. DURAND, J.N. NOUCHET

INRA, Station de Recherches zootechniques
65, rue de Saint-Brieuc 35042 Rennes Cédex

La production de viande intensive à partir des jeunes bovins d'origine laitière s'est surtout développée à partir de systèmes fourragers dont l'ensilage de maïs reste le maillon principal. Cependant, depuis plusieurs années, en raison des aléas intervenus dans la culture du maïs, l'utilisation de l'herbe pâturée ou affouragée se présente comme une solution possible de remplacement à certaines périodes de croissance. De nombreuses études britanniques sur bouvillons (BAKER, 1965, 1974 ; TAYLOR et WILKINSON, 1973) ou françaises (BERANGER, 1971, 1973 ; MULLER, 1976) sur bouvillons ou taurillons d'un an ou plus ont montré que ces animaux valorisaient bien l'herbe pâturée. Sortir les animaux dès la fin de leur premier hiver peut permettre en outre de réserver les fourrages conservés à la période de finition ou à d'autres catégories d'animaux. Par ailleurs, une mise à l'herbe précoce favorise une bonne adaptation des animaux à l'herbe en seconde année (KEROUANTON, 1980), de même qu'une meilleure résistance ultérieure au parasitisme (MICHEL, 1967). Ainsi, il nous est apparu intéressant de préciser les conditions de mise à l'herbe des veaux nés à l'automne dans les troupeaux laitiers et d'observer leur capacité à utiliser des prairies temporaires pouvant s'intégrer dans les systèmes fourragers de l'Ouest.

Une première série d'essais a permis d'observer les performances de veaux frisons conduits à l'herbe dans différentes conditions (prairies, complémentation, chargement). Une seconde expérimentation, organisée sur 2 cycles de production de l'achat des veaux à l'abattage des taurillons, a été entreprise afin de déterminer l'influence du chargement sur les gains de poids vifs individuels à l'herbe et les performances ultérieures pendant la phase de finition.

Conditions expérimentales

Les essais préliminaires des années 1974, 1975, 1976 ont été effectués dans les conditions résumées au tableau 1. Une prairie pérenne de fétuque des prés (Sequana) associée à de la fléole (Pecora) disponible en 1974 a été utilisée en alternance avec un ray-grass italien (Tiara) semé au printemps. En 1974, les veaux ont été sortis après la fenaison, tandis qu'en 1975, la mise à l'herbe a eu lieu début avril pour tester l'interaction chargement × complémentation. En 1976, la comparaison de deux chargements a été interrompue le 15 juin en raison de la sécheresse.

Les essais de 1976-1978 et de 1977-1979 ont été mis en place avec l'installation d'un périmètre fourrager à base de ray-grass italien et de brôme, puis de dactyle en 1978 pour remédier aux incidences des périodes de sécheresse fréquentes en été dans le bassin de Rennes. Chaque année, les veaux élevés dans une exploitation voisine du domaine expérimental de Le Rheu - Rennes, ont été mis à l'herbe en 2 groupes de 12 et 9 animaux tandis qu'un troisième lot de 12 veaux restait chez l'éleveur pour y être conduit classiquement (ensilage de maïs + tourteau de soja).

Ces différents lots ont été constitués sur la base du poids vif et du gain de poids vif observés du sevrage au 15 mars. Après une mise à l'herbe dans un enclos de ray-grass anglais tardif

TABLEAU 1

A - Conditions expérimentales des essais préliminaires

Essai - Année	1 - 1974	2 - 1975	3 - 1976
Prairies	. Prairie de fétuque des prés + fléole âgée de 4 ans en 1974 et prairie de ray-grass italien (Tiara) en semis de printemps . Fumure NPK 80/150/150 en fin d'hiver et 40 unités d'azote après chaque pâturage . 4 parcelles par hectare-rotation de 4 semaines au printemps et 5 à 6 semaines en été-automne . Coupe des refus en fin de 1er cycle ou de 2ème cycle ; ensilage ou fenaison des excédents, sauf 1976.		
Animaux - mise à l'herbe - lots et âge - chargement - complémentation	le 3 Juillet 4 de 10 veaux FF de 5 mois 10 veaux/hectare . 1 kg maïs aplati en été . 2 kg " " " automne + 100 g C.M. 12/12	le 8 Avril 2 de 10 et 2 de 8 veaux de 5 mois 10 et 8 veaux/ha C_1 : 0,65 kg maïs aplati/j/veau C_2 : 1,30 kg " " " + 100 g C.M. 12/12	le 29 Mars 2 de 15 veaux de 4 mois 12 et 8 veaux/ha . 1 kg maïs aplati/j/veau + 100 g C.M. 12/12
Conditions climatiques - pluviométrie saison - répartition - arrêt de pâturage	220 mm sur 4 mois mauvaise en fin d'été 20 jours	355 mm sur 6 mois juin et octobre très secs 35 jours	29 mm sur 3 mois sécheresse : 219 mm (Mars-Sept) à partir du 15 juin

B - Résultats zootechniques

Essai - Année	1 - 1974	2 - 1975	3 - 1976
Poids à la mise à l'herbe (kg)	172,1 ± 6,4	167,5 ± 8,4	137,0 ± 6,5
		Complémentation — chargement élevé — chargement moyen	chargement élevé — Moyen
Gain de poids vif (g/j)	1er mois 660 ± 135	C_1 - 1er mois 784 ± 118 — 723 ± 250 saison 868 ± 144 — 895 ± 175	1er mois 702 ± 210 — 733 ± 168
	Saison 824 ± 135	C_2 - 1er mois 769 ± 121 — 763 ± 121 saison 924 ± 105 — 951 ± 100	76 j 964 ± 131(a) — 1084 ± 126(a) (P < 005)
Durée du pâturage (j)	125	167	76
. Ray grass anglais	-	22 (Cycle 1-2)	10 (cycle 1)
. Fétuque des prés + fléole	25 (Cycle 3)	69 (Cycles 1-2-3)	66 (cycles 1 et 2)
. Ray-grass Italien	100 (Cycles 1-2-3-4)	76 (cycles 1-2-3)	-
Herbe récoltée (MS,t/ha)	3,5	1,6	0

(Vigor) disposant d'un abri et d'un point d'eau comme dans les autres prairies, chaque lot a été conduit en périmètre de prairies semblables. Quarante pour cent des prairies de l'année précédente ont été ensilées fin avril. Les semis de printemps ont été effectués de manière à relayer les prairies de l'année antérieure et de conserver un chargement instantané important jusqu'au mois d'août (fin de période 1). En fin de saison (période 2), les prairies ont été pâturées avec un chargement inférieur de 30 p.100 dans les 2 traitements. Les veaux retirés ont été rentrés en étable, les lots restants étant d'un poids vif moyen par veau identique au poids moyen du lot d'origine. En 1978, des semis de printemps trop tardifs et une sécheresse relative de fin d'été ont conduit à exploiter deux prairies supplémentaires (ray-grass anglais Vigor et dactyle Lucifer de l'année). Pendant toute la saison, à chaque entrée en sous-parcelle, 4 prélèvements d'herbe de 5 m^2 ont servi à mesurer l'herbe disponible, la teneur en matière sèche et la digestibilité *in vitro* de cette matière sèche selon la méthode de l'INRA-Lusignan (LILA, 1977).

Résultats

Essais préliminaires

Bien que les premiers essais aient été réalisés dans des conditions variables du fait des prairies disponibles et des aléas climatiques, un certain nombre d'observations ont pu être faites notamment pour la période d'adaptation au pâturage.

1. Une période de 10 jours est nécessaire à l'adaptation des veaux

Les veaux pesant de 140 à 200 kg à la mise à l'herbe commencent à pâturer dès le premier jour mais n'atteignent le rythme des adultes qu'au bout de 10 jours, période utilisée pour

TABLEAU 2

Conditions expérimentales des essais de chargement

Année	I - 1976-1978	II - 1977-1979
Période d'élevage	. 35 veaux frisons mâles achetés au poids de 50 kg . sevrage en 8 semaines avec 45 kg d'aliment d'allaitement (1 repas par jour sur 6 semaines) . régime à base d'ensilage de maïs complémenté par 1,5 kg d'aliment concentré de 15 jours après sevrage jusqu'à la mise à l'herbe . troubles pulmonaires mineurs en 1978	
Phase de pâturage Prairies	1977 RGA Vigor (Oct. 1976) - 0,5 ha/lot RGI Barmultra (Oct. 1976) - 1 RGI Sabrina (Avr. 1977) - 0,5 Brôme Lubro (Avr. 1977) - 0,5	1978 RGA Vigor (Oct. 1976) - 0,5 ha/lot RGI Sabrina (Avr. 1977) - 1 RGI Sabrina (Avr. 1978) - 0,5 Brôme Lubro (Avr. 1977) - 0,5
sol fumure	. sol de limon sablo argileux assez lourd en surface (anciennes prairies permanentes). . fumure de fonds au semis : NPK 40/150/150 . fumure azotée 60 unités/ha après ensilage 40 " " après pâturage	
exploitation	. rotation sur 4 parcelles/ha jusqu'au 15 Août (1 semaine/parcelle en moyenne) et de 6 semaines par la suite . coupe des refus en cas de nécessité (cycles 1 ou 2), 16 prélèvements d'herbe à l'entrée des animaux en parcelle par hectare, hauteur de coupe 5 cm.	
Animaux transition	. 2 lots de 12 et 9 veaux de 5 mois, 1 lot de 12 veaux restant en stabulation . mise à l'herbe le 28 Mars 1977 et le 29 Mars 1978 . transition sur 10 jours : 3 kg d'aliment concentré diminuant jusqu'à 1 kg/jour avec du foin dans un ratelier mobile (500 g/j) dans un enclos de ray-grass anglais de 2 000 m² (première semaine)	
chargement	. chargements instantanés : 20 et 15 veaux/ha au premier cycle par hectare en pâturage 12 et 9 jusqu'en Août (période 1) 9 et 7 en fin de saison (période 2) chargement moyen pondéré : 5,5 et 4,2 sur toute la saison d'herbe	
complémentation	. Complémentation énergétique - période 1 1 kg blé/j/veau + foin 0,2 à 0,4 kg/jour période 2 2 kg blé/j/veau + foin 1,0 à 3,0 kg/jour	
observations	. Pesée des veaux chaque semaine (1er mois) chaque quinzaine et en fin de chaque cycle par la suite. Double pesée lors du déchargement et en fin d'essai. . Surveillance de l'état sanitaire lors de la distribution de la complémentation et des pesées. Prélèvements de fèces en Juillet et par période humide d'automne pour recherche des parasites intestinaux. Traitement si nécessaire (Exhelm). Troubles pulmonaires traités par mélange d'antibiotiques dans la complémentation pendant une semaine.	
Phase de finition	. 1977 : rentrée le 18-11, abattage le 21-04-78 1978 : rentrée le 2-11, abattage le 3-04-79 . regime d'ensilage de maïs complémente par une céréale (1 kg d'orge) et du tourteau de soja (0,6 kg) : les quantités ingérées n'ont pu être contrôlées. . pesée des animaux tous les deux mois et avant le départ pour l'abattage.	

pratiquer une transition minimum. L'état sanitaire des veaux n'a pas été troublé par le temps froid et sec grâce à la présence d'un abri et à la pratique d'une transition. Une prairie de ray-grass anglais ou autre espèce de caractère tardif, conviennent à cette période en raison de leur développement limité en avril, de leur appétibilité et d'une préhension facile pour de jeunes animaux.

2. *Le gain de poids vif pendant le premier mois à l'herbe est assez indépendant du mode de conduite des animaux.*

Le gain de poids vif « apparent » (calculé entre les poids à la sortie et quatre semaines après) est compris entre 700 et 800 g/j quels que soient l'année, le chargement, la complémentation et la prairie. Grâce à la transition pratiquée, les veaux ne perdent pas de poids, continuent à croître moyennement et une fois développé leur appétit pour l'herbe, compensent leur retard le mois suivant, comme le montre l'essai de 1976 (tabl. 1).

3. *Un gain de poids vif de 900 g/j peut être obtenu à l'herbe*

Avec un chargement de 10 veaux/ha et une complémentation de 1 kg de céréales par jour et par veau, les gains de poids vif au pâturage sont de 900 à 1000 g/j avant la fin de l'été, et peuvent atteindre 1200 g avec le ray-grass italien de printemps. Cependant dès le mois de septembre, une complémentation énergétique de 1,5 à 2 kg de céréales parait nécessaire pour maintenir ce rythme de croissance avec un chargement élevé. Les croîts nets par hectare (Croît brut/surface prairies + surface céréales de complément) ont été de 550 à 650 kg sur des périodes limitées (120 à 160 j), compte-tenu des prairies disponibles et des arrêts de patûrage.

4. *Le parasitisme gastro-intestinal est resté très faible et sans influence sur l'état sanitaire et les performances individuelles.*

Chaque année, les veaux ont été légèrement infestés et n'ont été traités que si l'analyse révélait une infestation supérieure à 300 oeufs de strongles par gramme de fèces. Cette situation ne s'est présentée qu'à l'automne 1974, très humide. Un traitement à la rentrée en étable a été systématiquement pratiqué. L'exploitation en rotation d'un périmètre réservé aux jeunes et constitué pour partie de prairies de l'année permet de réduire le risque de strongyloses et d'assurer ainsi une bonne valorisation de la prairie.

Essais de chargement (1977 et 1978)

Les années 1977 et 1978 ont été assez différentes au plan climatique. La pluviométrie a été voisine pour les 3 premiers mois de pâturage (197 et 210 mm en 1977 et 1978) et semblable pour la saison herbe (295 mm). Cependant en 1978, une évapotranspiration un peu plus élevée en mai et juin (188 et 212 mm en 1977 et 1978) et une sécheresse de fin d'été (29 et 11 mm en octobre et en septembre) ont entraîné une mauvaise production des semis de printemps et leur remplacement par un ray-grass anglais (Vigor) et un dactyle (Lucifer) (tabl. 3).

1. Un chargement élevé est compatible avec un niveau des gains de poids vif de 900 à 1000 g/j

Pendant le premier mois de pâturage, les gains de poids vif ''apparents'' ont été de 600 à 700 g/j. L'influence du chargement ne s'est manifestée que deux mois après dans les 2 essais, les veaux conduits à chargement élevé ayant des gains de poids vif inférieurs de 100 g/j. Pendant la période 1, les gains de poids vif calculés en régime ''herbe'' ont été plus influencés par l'année que par le chargement (1100 et 1000 g/j en 1977 et 1978) (tabl. 4). Avec les prairies de ray-grass italien, les gains de poids vif ont été voisins de 1000 et de 1150 g/j avec les chargements élevés et moyens alors qu'avec le brôme ils ont été inférieurs, surtout la première année du semis, année particulièrement humide en début de saison (tabl. 5).

En revanche, pour la période 2 de fin de saison, notamment en 1977 les gains de poids vif à chargement élevé ont été voisins de 800 g/j au lieu de 925 g/j à chargement moyen. En 1978, avec l'utilisation de prairies de remplacement, le niveau des gains de poids vif a été supérieur de 200 et 125 g/j à chargement élevé et moyen, mais sans différence significative par rapport à 1977. L'écart entre gains de poids vif a été réduit à 50 g/j entre les 2 chargements de l'année (tabl. 4).

Pour une durée de pâturage voisine de 220 jours chaque année, les veaux en chargement élevé ont doublé leur poids de mise à l'herbe. A chargement moyen, le poids vif en fin de saison a été un peu plus fort (10 p.100) grâce à un niveau de croissance légèrement supérieur, 1020 / 1040 g/j au lieu de 950 à 980 g/j pour les veaux en chargement élevé.

Compte-tenu des différences climatiques entre les 2 années, les croîts par hectare ont été plus faibles en 1978 du fait des surfaces utilisées en remplacement. En année normale (1977), les croîts brut et net ont atteint 1100 et 880 kg/ha avec le chargement élevé. Cependant, pour les prairies de ray-grass italien, les mêmes croîts ont été proches de 1300 et 1000 kg par hectare, au lieu de 900 et 700 kg avec le brôme exploité moins longtemps (tabl. 5).

TABLEAU 3A

Calendrier d'exploitation des prairies

1977	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	Durée (j)	MS/ha (t)	CUD MS in vitro
RGA 1976	A	E	Période 1			D	Période 2		40	6,5	79,0±3,5
RGI 1976		E							74	11,5	72,6±5,5
RGI 1977		S							62	10,8	70,9±2,8
BROME 1977		S							51	8,0	70 ± 3,3
Teneur en MS (p.100)	12,0 12,8 22,5	13,5 13,0	16,3 15,4 18,6 17,5 15,1 13,0		16,2 20,0	18,8 21,2	14,3	14,0 11,0	Moyenne saison 15,9 ± 3,3		
CUD MS in vitro (p.100)	80,1 78,1 76,2	80,1 72,0	66,6 69,4 65,5 72,1 68,8 69,8		73,7 68,9	67,1 71,4	73,1	74,8 71,4	71,8 ± 4,5		

1978	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	Durée (j)	MS/ha (t)	CUD MS in vitro
RGA 1976	A	E	Période 1		D	Période 2			37	6,5	63,5 ± 9,2
RGI 1977		E							63	9,5	71,4 ± 9,0
RGI 1978 (R)		S							10	2,0	70,1
BROME 1978 (R)		S							17	**3,1**	66
BROME 1977		E							48	8,8	60,3 ± 8,5
DACTYLE 1978									43	4,5	65,9 ± 0,8
Teneur en MS (p.100)	16,5	16,3 12,2	14,5 17,0 19,4	21,5	21,7 17,0 22	16,0	23,5 24,2	21,8 27,5 21,8 24,2 20,2	Moyenne saison 19,8 ± 3,9		
CUD MS in vitro (p.100)	83,5	63,0 79,3	71,3 66,2 83,5	64,8	76,5 66,4 66,2 67,0	45,2	65,0 54,5	61,8 63,2 70,0 65,2	67,5 ± 10,0		

A : Adaptation E : Ensilage S : Semis D : Déchargement R : non pris en compte pour le calcul du croît/ha

TABLEAU 3 B

Estimation de la quantité et de la qualité de l'herbe disponible par veau en fonction de la période de pâturage

Périodes et Années	MS (p.100)	Digestibilité MS (in vitro) (1)	kg MS/j/veau		kg MS/100 kg poids vif	
			Chargement élevé	Chargement moyen	Chargement élevé	Chargement moyen
Période 1 (Avril - Août)						
- 1977	16,0 ± 3,1	72,4 ± 5,1	8,8 ± 2,2a	11,1 ± 2,7a	3,1 ± 0,8a	3,8 ± 0,8a
- 1978	18,1 ± 3,4	72,0 ± 7,9	8,2 ± 1,8c	10,8 ± 2,0c	3,4 ± 1,0	4,4 ± 1,3
(Juillet - Août)						
- 1977	15,4 ± 2,3	68,9 ± 2,6	8,5 ± 1,4c	11,6 ± 1,9c	2,7 ± 0,5b	3,6 ± 0,6b
- 1978	20,5 ± 3,8	61,7 ± 10,1	6,4 ± 0,6c	8,7 ± 0,3c	2,2 ± 0,3	2,8 ± 0,6
Période 2 (Sept. - Octobre)						
- 1977	15,8 ± 3,7c	71,5 ± 2,8	5,7 ± 1,7	7,0 ± 2,3	1,5 ± 0,5	1,8 ± 0,6
- 1978	23,3 ± 2,6c	60,1 ± 8,8	6,5 ± 2,4	8,5 ± 3,3	1,8 ± 0,6	2,3 ± 0,8
Saison de pâturage (P_1+P_2)						
- 1977	15,9 ± 3,3	71,8 ± 4,5	7,7 ± 2,5a	9,7 ± 2,8a	2,5 ± 1,1	3,2 ± 1,2
- 1978	19,8 ± 3,9	66,1 ± 11,7	7,6 ± 2,2	9,7 ± 2,4	2,8 ± 1,1	3,6 ± 1,5

Les données accompagnées des mêmes lettres sont significativement différentes (test t) : a : P<005 ; b : P<002 ; c : P<001

(1) Pour le ray-grass d'Italie, le coefficient de corrélation entre les digestibilités *in vitro* et *in vivo* est de 0,89 (Lila, 1977).

TABLEAU 4

Chargement, performances individuelles et croîts par hectare

Chargement instantané par hectare en cours de pâturage - période 1 (Avril - Août) - période 2 (Septembre - Octobre)	Niveau élevé 12 9		Niveau moyen 9 7	
Année	1977	1978	1977	1978
Durée du pâturage (j)				
- période 1	155	146	155	146
- période 2	72 (227)	72 (218)	72 (227)	72 (218)
Poids - à la mise à l'herbe (kg)	200 ± 12	181 ± 10	200 ± 15	180 ± 11
- en fin de période 1	358 ± 22	315 ± 13	366 ± 25	323 ± 17
- en fin d'essai	408 ± 18	389 ± 21	425 ± 17	400 ± 20
Gain de poids vif (g/j)				
- premier mois	618 ± 147	630 ± 139b	631 ± 260	753 ± 151b
- deux premiers mois	874 ± 125	835 ± 107a	978 ± 128	938 ± 142a
- période 1 (x)	1110 ± 117	975 ± 122	1143 ± 117	1022 ± 100
- période 2 (x)	787 ± 231	1002 ± 150	925 ± 195	1053 ± 152
Gain moyen (périodes 1 + 2)(x)	962 ± 80	989 ± 112	1024 ± 80	1044 ± 73
Croît brut (kg/ha)				
- période 1	864	747	661	635
- saison	1100	924	874	750
Croît net saison (kg/ha)	880	780	744	675

(x) . Les gains de poids vif correspondants ont été calculés à partir du poids vif observé à partir de la troisième semaine, alors que les deux premières lignes de résultats l'ont été à partir du poids le jour de la mise à l'herbe.

. Les données accompagnées de la même lettre sont significativement différentes, a : P<005 ; b : P<002

TABLEAU 5

Résultats d'exploitation des prairies de ray-grass italien et de brôme utilisées en première et en seconde année par des veaux en croissance

Prairies	R.G.I. "Barmultra"	R.G.I. "Sabrina"		Brôme "Lubro"	
Année du semis	1976	1977	1977	1977	1977
Année d'exploitation	1977	1977	1978	1977	1978
Nombre de cycles et de jours d'exploitation	5 - 74	5 - 62	5 - 63	4 - 51	4 - 48
Chargement moyen					
Poids initial (kg)	200 ± 16	280 ± 17	178 ± 11	311 ± 21	203 ± 10
Gain de poids vif (g/j)	1110 ± 182	1250 ± 77a	1120 ± 125	929 ± 218	1039 ± 152
Croît brut/ha (kg)	1010	1146	1122	687	705
Croît net/ha (kg)	841	955	895	587	555
Croît net par jour de pâturage (kg)	11,3	15,4	14,2	11,5	11,5
Chargement élevé					
Poids initial (kg)	200 ± 12	271 ± 15	178 ± 8	301 ± 18	198 ± 9
Gain de poids vif (g/j)	1031 ± 105	1026 ± 171a	1050 ± 189	857 ± 109	1007 ± 196
Croît brut/ha (kg)	1224	1296	1394	864	901
Croît net/ha (kg)	971	1004	1072	702	709
Croît net par jour de pâturage (kg)	13,1	16,2	17,0	13,7	14,7

(a) différence significative à P<005

2. *La qualité de l'herbe offerte a plus varié dans la saison et entre années que les quantités d'herbe disponibles par animal.*

Les performances individuelles semblables par niveau de chargement en 1977 et 1978 ont cependant été obtenues dans des conditions un peu différentes si l'on se réfère à la teneur en M.S. et à la digestibilité *in vitro* de l'herbe offerte (tabl. 3). En 1978, la teneur en M.S. a été le plus souvent supérieure à celle de 1977, en particulier dès le mois de juillet, alors que la digestibilité *in vitro* élevée et régulière en 1977, a commencé à diminuer avec l'augmentation de la teneur en M.S. en 1978.

Les quantités de matière sèche disponibles ont été très proches d'une année à l'autre. Pendant la période 1, l'herbe disponible a été voisine respectivement de 3 et 4 kg/100 kg de poids vif et de digestibilité semblable entre années. Toutefois, dès le mois de juillet, les quantités d'herbe offerte ont commencé à diminuer de même que leur digestibilité, notamment en 1978. Le niveau plus faible des gains de poids vif de la période 1 de 1978 peut s'expliquer par la conjugaison de ces 2 facteurs. En effet, l'appétit des veaux est plus sensible que celui des adultes aux variations de digestibilité et d'herbe disponible (HODGSON *et al.*, 1977 ; JAMIESON *et al.*, 1979). A l'automne 1978, l'exploitation de prairies de remplacement a permis de maintenir un niveau de disponibilité juste suffisant 1,8 et 2,3 au lieu de 1,5 et 1,8 kg MS/100 kg poids vif en 1977. En effet WILKINSON et PRESCOTT (1970) signalent qu'en dessous d'une disponibilité de 2,0 kg MS/100 kg poids vif et sans complémentation des animaux, les gains de poids sont inférieurs à 800 g/j.

3. *L'état sanitaire des animaux est resté satisfaisant*

Les quelques accidents sanitaires observés pendant ces essais sont apparus au printemps et à l'automne. Les troubles pulmonaires de la mise à l'herbe sont restés sans conséquence, comme le montrent les gains de poids obtenus. A l'automne, par temps humide, une boiterie est apparue chez deux à trois animaux atteints de panaris qui ont ralenti le gain de poids vif de ces animaux sur une dizaine de jours. En cours de saison, le comportement des veaux frisons est resté actif, ce qui a entraîné des boiteries passagères ou graves (luxation coxofémorale) entraînant l'abattage de l'animal.

Comme dans les essais préliminaires, les veaux n'ont pas été traités contre les strongyloses plus de 2 fois dans la saison (1977) et une seule fois en octobre (1978). Le parasitisme intestinal est resté à un niveau très limité, en particulier à l'automne (500-700 oeufs/g/fèces) et certainement sans influence notable sur l'état sanitaire général estimé à partir des gains de poids vif acquis au cours de la saison.

4. *La mise à l'herbe à 5 mois n'a pas influencé les performances ultérieures des taurillons*

Pendant la période de pâturage, les veaux restés en stabulation ont eu un gain de poids vif très supérieur à ceux mis à l'herbe mais pendant les 3 premiers mois seulement (tabl. 6). Par la suite, ils ont été équivalents ou inférieurs, si bien qu'en fin de saison d'herbe, le poids vif des animaux sortis ou non au pâturage étaient assez voisins, mais la composition de la carcasse était certainement très différente, de même que les

TABLEAU 6

Résultats généraux de deux bandes de taurillons frisons avec ou sans mise à l'herbe à l'âge de 5 mois

Essai - Année	1 - 1976-1978			2 - 1977-1979		
Veaux d'élevage (0 - 5 mois)						
- poids à l'achat (kg)	50 ± 5			54 ± 4		
- poids au sevrage	108 ± 6			98 ± 8		
- poids à la mise à l'herbe	194 ± 16			180 ± 22		
Gain de poids vif (g/j)	912 ± 92			862 ± 105		
	PATURAGE		STABULATION	PATURAGE		STABULATION
Phase de croissance	Chargement élevé	Chargement moyen	Ensilage de maïs	Chargement élevé	Chargement moyen	Ensilage de maïs
gain de poids vif (g/j)						
- printemps	853 ± 116	977 ± 124	1367 ± 165	865 ± 116ad	960 ± 72ac	1131 ± 152cd
- été	1232 ± 218	1300 ± 178	1079 ± 69	1112 ± 176	1051 ± 211	1042 ± 95
- automne	787 ± 231	925 ± 195	830 ± 213	1002 ± 150	1056 ± 153	893 ± 105
- saison de pâturage	962 ± 80	1024 ± 80	1047 ± 61	989 ± 112	1044 ± 73	1024 ± 104
Poids vif en fin de saison (kg)	408 ± 28	425 ± 17	432 ± 16	389 ± 21	400 ± 20	404 ± 31
Poids vif vide estimé (kg) (1)	351	366	380	335	344	356
Phase de finition						
gain de poids vif (g/j)						
- premier mois	1114 ± 2776	962 ± 423	828 ± 212b	1241 ± 278ad	945 ± 258a	900 ± 160d
- deux premiers mois	994 ± 159a	1098 ± 135d	834 ± 153ad	1018 ± 174c	857 ± 307	763 ± 244c
- période totale	1062 ± 105c	1058 ± 115b	808 ± 147bc	1089 ± 190ab	918 ± 200a	880 ± 210b
Résultats à l'abattage	------	----- 387 j ----	-------	-------	---- 369 j ----	------
- de la mise à l'herbe à l'abattage (g/j)	954 ± 55	972 ± 59	992 ± 87	945 ± 87	990 ± 83	970 ± 80
- poids vif (kg)	564 ± 30	587 ± 33	558 ± 33	542 ± 19	555 ± 35	537 ± 26
- poids de carcasse chaude (kg)	295 ± 15	312 ± 19	301 ± 17	284 ± 11	288 ± 15	290 ± 16
- rendement carcasse (p.100)	52,2 ± 0,9	53,1 ± 0,8	53,9 ± 1,1	52,2 ± 0,4	52,8 ± 0,2	53,8 ± 1,3
- gain de carcasse estimé (g/j) (2)	503	547	532	525	534	542

Les données accompagnées de la même lettre sont significativement différentes, a : P<005 ; b : P<002 ; c : P<001 ; d : P<0001
(1) Estimation calculée avec un contenu digestif de 14 p.100 à l'herbe et 12 p.100 avec l'ensilage de maïs (BERANGER et GEAY, 1978)
(2) Estimation calculée à partir d'un rendement de carcasse de 50 p.100 au poids de mise à l'herbe.

contenus digestifs : les veaux rentrés du pâturage étaient visiblement plus grands et la différence des contenus digestifs au minimum de 2 points entre les 2 types de régime alimentaire, a probablement accentué l'écart de poids vif vide entre les lots à l'intérieur et au pâturage.

Pendant la phase de finition, les animaux des lots ''herbe'' ont eu un gain de poids vif significativement supérieurs à ceux des lots ''Ensilage de maïs'', notamment ceux provenant du chargement élevé. En fin d'engraissement aucune différence notable ou significative n'a été observée entre les animaux sortis ou non à l'herbe. A l'abattage en effet, les poids vifs, le poids de carcasse et le gain de carcasse ont été semblables malgré les différences de conduite antérieure des veaux. Le rendement commercial a cependant été inférieur de 1 point pour les animaux provenant du pâturage.

Discussion

1. *La mise à l'herbe et l'adaptation des veaux au pâturage peuvent être réussies sous trois conditions particulières*

La première condition est d'ordre sanitaire. Une mise à l'herbe brutale fin mars ou début avril peut effectivement s'accompagner de troubles pulmonaires, principalement par temps froid, venté et humide. Si la présence de bâtiment le permet, une sortie progressive sur deux semaines, bien entendu préférable, a peu d'influence sur les contenus digestifs et les variations du gain de poids vif des veaux (JACKSON, 1960- TAYLOR, 1962). L'utilisation d'un abri paillé bien orienté a cependant permis de réaliser une mise à l'herbe en une seule fois sans difficulté sanitaire majeure.

La pratique d'une transition sur 10 jours au moins s'avère nécessaire pour que l'évolution du poids vif des animaux ne soit pas perturbée. La croissance apparente des veaux s'est poursuivie pendant le premier mois à l'herbe, les veaux ne perdant pas de poids vif alors qu'avec un complément limité (1 kg de céréales seulement + foin), la perte de poids vif peut atteindre 10 p.100 la première semaine (HIDIROGLU *et al.*, 1960). Dès le second mois, le niveau de croissance a été tel que les gains de poids vif ont été égaux ou supérieurs à ceux du dernier mois à l'intérieur.

La qualité de l'herbe à offrir, plus que la quantité, est une condition nécessaire indispensable : le comportement lors de l'adaptation à l'herbe et l'augmentation des quantités ingérées doivent être favorisés d'autant que le régime précédent était

d'une concentration énergétique élevée. Les niveaux de croissance de fin d'hiver et du premier mois de pâturage étant en effet corrélés négativement (WILKINSON, CUMBERLAND, 1970 ; MARSH, MURDOCH, 1975 ; WANYOIKE, HOLMES, 1981), il importe de ne pas perdre une partie des gains hivernaux. Selon KILKENNY (1969), pour des veaux frisons devant sortir dès le printemps, le niveau optimum de croissance hivernale se situe entre 850 et 900 g/j. Ainsi, le pâturage d'une espèce, très préhensible, appétible, évoluant lentement en avril tel le ray-grass anglais (Vigor), peut constituer le premier maillon d'un système de prairies pour jeunes bovins. Les premiers cycles de ray-grass italien ou de brôme, évoluant trop vite par rapport à l'appétit des animaux, pourraient ainsi être ensilés en totalité et pâturés ensuite.

2. *Un système constitué de ray-grass italien doit être complété par une prairie pérenne.*

Le système de prairies retenu au départ a bien fonctionné en 1977. En revanche en 1978, le relai des semis de printemps n'a pas donné satisfaction et par été ou automne sec comme dans les essais préliminaires, une prairie de complément doit être intercalée pour garder les animaux dehors. Remontant à épiaison et atteint par le piétinement, le brôme a cependant donné un bon résultat en 1978. Une prairie pérenne précédemment ensilée ou fanée, ou les premiers cycles d'une telle prairie semée au printemps, indemne de parasites, seraient plus capables de compléter les ray-grass.

Il s'agit en effet, notamment avec un chargement élevé, de disposer en moyenne de 3 kg de matière sèche d'herbe par 100 kg de poids vif pour que l'ingestion journalière soit égale ou supérieure à 2 kg MS/100 kg poids vif, conditions d'un niveau de gain de poids vif de 850 g/j sans complémentation (TAYLOR et WILKINSON, 1973 ; REARDON, 1977 ; TRIGG et MARSH, 1979) ; cette disponibilité a été obtenue avant la date de déchargement, mais commence à diminuer dès le mois de juillet (tabl. 3). Par la suite, grâce au déchargement et à une disponibilité en herbe de 1,8 à 2 kg MS/100g poids vif en 1978, les gains de poids vif en fin de saison ont été supérieurs à ceux de 1977 à complémentation semblable.

3. *Le chargement instantané peut être supérieur à 12 veaux/ha au printemps, mais ne doit pas dépasser 9 en fin de saison*

Un gain de poids vif de 950 à 1000 g/j au pâturage a été obtenu par la combinaison d'une variation de chargement et de complémentation entre les périodes 1 et 2. Jusqu'au mois d'août, un chargement de 12 veaux par hectare en cours d'exploitation n'a pas entraîné une diminution notable des gains de poids vif, les veaux ayant rattrapé après le deuxième mois la différence de 100 g/j apparue à cette période. Même à chargement élevé, la disponibilité en herbe a dépassé 3 kg MS/100 kg poids vif ce qui autorisait un niveau d'ingestion voisin dans les deux lots notamment jusqu'en juillet (tabl. 3B). Ainsi, pendant cette phase de printemps-été, le chargement instantané optimum aurait pu être de 14 veaux avec le même niveau de complémentation (1 kg de céréales/j/veau), ce qui sera vérifié dans des essais postérieurs.

En fin de saison, un déchargement de 30 p.100 et une complémentation de 2 kg de céréales/jour/veau ont permis de maintenir un niveau de croissance suffisant, même à chargement élevé, bien que l'herbe offerte ait été en quantité insuffisante (1,5 à 2 kg MS/100 kg poids vif) et de digestibilité inférieure. C'est en effet à cette période que les animaux ont l'appétit le plus élevé (7 à 8 kg MS/j au lieu de 4,5 à 6,0 au printemps) alors que le temps de pâturage et la qualité de l'herbe diminuent. Sans complémentation, les gains de poids vif observés dans les essais britanniques ont varié de 600 à 700 g/j pour un même niveau de disponibilité en herbe (ray-grass anglais + trèfle blanc) alors qu'avec 2 kg d'orge, le supplément de gain de poids vif variait de 120 à 250 g/j (FORBES *et al.*, 1967 ; HODGSON et TAYLER, 1972 ; POOLE, 1977 ; VADIVELOO et HOLMES, 1979). Dans ces conditions, l'efficacité de la complémentation comprise entre 8 et 15 kg de céréales par kg de gain supplémentaire reste certes relativement faible mais ce complément énergétique accompagné de foin (1 à 2 kg/j) permet de régulariser l'ingestion, le transit et le niveau de croissance (TROCCON *et al.*, 1975) tout en conservant le même chargement et en préparant les animaux à leur rentrée en étable.

Finalement, compte-tenu de la conduite du chargement utilisé et de ses conséquences sur la disponibilité en herbe, la complémentation nécessaire à la mise à l'herbe pourrait probablement être modulée ensuite, en fonction de l'herbe présente et du chargement jusqu'en septembre avant d'être augmentée à 2 kg pour la fin de la saison de pâturage.

4. *Le parasitisme n'est pas un obstacle majeur*

A condition d'exploiter un périmètre de prairies réservé aux jeunes, en y incluant les prairies de l'année, un parasitisme élevé n'a pas pu se développer d'autant plus qu'à l'automne, le chargement a été plus faible et l'état nutritionnel des animaux maintenu par une complémentation suffisante. Ces conditions peuvent paraître contraignantes mais elles visent tout autant la réalisation de bonnes performances que la lutte contre le parasitisme.

Le comportement agité des jeunes frisons peut représenter une difficulté particulière à leur génotype. En effet, boiterie ou luxation peuvent handicaper les animaux au pâturage ou les faire abattre d'urgence. Par ailleurs, en fin de saison, certains animaux deviennent agressifs, ce qui peut nécessiter une rentrée anticipée en étable.

5. *L'utilisation précoce de l'herbe a modifié la courbe de croissance des taurillons*

A la rentrée en stabulation, les animaux sortis à l'herbe, du fait d'un poids vif réel et d'un état d'engraissement inférieurs à leurs homologues élevés à l'intérieur, ont manifesté une croissance compensatrice leur permettant de produire des carcasses d'un poids semblable, avec la possibilité en outre de l'améliorer si ces animaux avaient pu être conservés plus longtemps, notamment en seconde année. Ce résultat concorde avec ceux obtenus avec des veaux frisons britanniques (CHAMBERS *et al.*, 1964) ou avec des veaux normands (ITEB, 1980 - ITCF, 1980). Avec ces derniers animaux, l'appétit plus élevé (+ 12 p.100) des animaux élevés à l'herbe a favorisé un niveau de croissance de 1300 g/j au lieu de 1057 g/j pour les

taurillons élevés à l'intérieur. De plus, la combinaison d'un chargement plus élevé et d'un niveau de croissance inférieur à ceux de 1977 et 1978 aurait probablement accentué en phase de finition la tendance favorable à l'herbe et les différences de gain dues à des chargements différents. Ainsi, l'utilisation plus précoce du pâturage peut être un moyen de valoriser à la fois des surfaces en herbe bien exploitées et des fourrages conservés dont la production coûteuse peut être de surcroît limitée dans certaines situations.

En conclusion, cinq points peuvent être dégagés sur la conduite, les résultats et l'intérêt d'une mise à l'herbe des veaux laitiers en première année.

1.- La réussite d'une mise à l'herbe à l'âge de 5 mois demande une organisation minimum, un périmètre de préférence réservé aux veaux et une transition de 10 jours au moins.

2.- Le ray-grass italien donne de bons résultats zootechniques aussi bien en première année qu'en seconde année mais en avril, il est préférable d'utiliser un ray-grass anglais tardif qui pourra compléter le ray-grass italien en automne. Pour plus de sécurité, un système intégrant le ray-grass anglais et une espèce, comme le dactyle, pourrait remédier à la sensibilité du ray-grass italien au retard d'implantation de printemps ou aux périodes sèches de l'été.

3.- Une complémentation énergétique est nécessaire au début du printemps et en automne si l'on désire obtenir un gain de poids vif moyen de 900 à 1000 g par jour avec un chargement minimum moyen de 6 veaux/ha jusqu'en août et de 4 à 5 veaux en fin de saison.

4.- Le parasitisme gastro-intestinal se développe peu dans la mesure où les prairies utilisées, la rotation et la conduite au pâturage concourent à un bon état nutritionnel des animaux.

5.- Les performances ultérieures des jeunes taurillons élevés à l'herbe sont d'autant plus satisfaisantes que leur croissance hivernale encore bonne peut être mise à profit pour mieux valoriser les fourrages conservés nécessaires à la finition de ces animaux producteurs de viande jeune.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier de leur concours Monsieur et Madame COCHET, éleveurs à Pace (Ille et Vilaine), Monsieur MOURAUD (COOPAGRI), ainsi que les personnels des stations d'Amélioration des Plantes de Rennes-le Rheu et d'Amélioration des Plantes fourragères de Lusignan.

Références bibliographiques

BAKER H.K., BAKER R.D., 1965. Tech. Rep. n°2, Grassld. Res. Inst

BAKER H.K., 1974. Meat and livestock Commission, 25 th Meeting (Copenhagen)

BERANGER C., GEAY Y., 1978. *Ann. Zootech.*, **27**, 631-645.

BERANGER C., 1971. Journées CETA, étude 1775.

BERANGER C., 1973. Entreprise agricole, étude 2085, 80-81.

CHAMBERS D.T., ALDER F.E., 1964. *J. br. Grassl. Soc.*, 321-329.

FORBES T., RAVEN A., IRWIN J.H., 1967. *J. br. Grassl. Soc.*, **22**, 158-163.

HIDIROGLU M., CHARETTE C.A., PATERSON J.S., 1960. *Can. J. anim. Sci.*, **45**, 51-53.

HODGSON J., TAYLOR J.C., 1972, *J. br. Grassl. Soc.*, **27**, 7-11.

HODGSON J., WILKINSON J.M., 1968. *J. br. Grassl. Soc.*, **23**, 75-80.

HODGSON J., RODRIGUEZ J.M., FENLON J.S., 1977. *J. agric. Sci., Camb.*, **89**, 743-750.

I.T.E.B.-E.D.E. de l'Eure, 1980, étude n°82013

I.T.E.B.-E.D.E. des Côtes du Nord, 1980, étude n°80063

I.T.C.F., 1980. Etude n°106.

JACKSON M.V., SHEPHERD R.W., 1960. *Exp. Husb.*, **5**, 35-48.

JAMIESON W.S., HODGSON J., 1974. *Proc. br. Soc. anim. Prod.*, 91-92.

KEROUANTON J., 1980. Document EDE Ouest, Editions Chambre d'Agriculture de la Sarthe, 16/12/1980, p. 30-41.

KILKENNY J.B., 1969. *Proc. br. Soc. anim. Prod.*, 276-277.

LILA M., 1977. *Ann. Amélior. Plant.*, **27** (1), 117-128.

MARSH R., MURDOCH J.C., 1975. *Anim. Prod.*, **20**, 159-162.

MICHEL J.F., 1967. *Prod. R. Soc. Med.*, **60**, 167-168.

MICHEL J.F., 1968. *J. br. Grassl. Soc.*, **23**, 165-173.

MULLER A., 1976. *Elevage*, **18**, 38-41.

POOLE D.A., 1977. *Exp. Husb.*, **33**, 40-56.

REARDON J.F., 1977. *Proc. N.Z. Soc. anim. Prod.*, **37**, 58-61.

TAYLOR W.A., 1962. *Exp. Husb.*, **9**, 6-9.

TRIGG T.E., MARSH R., 1979. *Proc. N.Z. Soc. anim. Prod.*, **39**, 260-264.

TROCCON J.L., DEMARQUILLY C., JOURNET M., 1975. *Bull. tech. C.R.Z.V. Theix*, **21**, 25-30.

VADIVELOO J., HOLMES W., 1979. *Grass Forage Sci.*, **34**, 173-179.

WANYOIKE M., HOLMES W., 1981. *J. agric. Sci., Camb.*, **97**, 221-226.

WILKINSON J.M., CUMBERLAND P.H., 1970. *J. br. Grassl. Soc.*, **25**, 214-218.

WILKINSON J.M., PRESCOTT J.H.D., 1970. *Anim. Prod.*, **12**, 433-442.

WILKINSON J.M., TAYLOR J.C., 1973. *Grassl. Res. Inst.* Hurley, London Butterworths, 54-75.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1982 (49) 69-73

L'enquête éco-pathologique continue :

2. Le bilan automatisé de pathologie clinique en élevage laitier : un système d'objectivation des problèmes sanitaires

J. BARNOUIN, A. BOUVIER*

Laboratoire d'Eco-Pathologie
**Laboratoire de Biométrie*
C.N.R.Z. 78350 Jouy-en-Josas

Introduction : intégrer la pathologie dans un raisonnement global d'exploitation

Les méthodes de gestion des troupeaux se sont largement appuyées sur la fourniture de bilans aux techniciens et aux éleveurs, bilans permettant un jugement d'ensemble sur les disponibilités en fourrages, la production laitière, la croissance des génisses ou les résultats de la reproduction.

L'analyse des bilans successifs permet une visualisation des progrès effectués et des défauts majeurs, qu'il faut chaque fois replacer dans le cadre d'une étude économique, afin d'apprécier le revenu de l'exploitation. Le caractère trop rétrospectif de ces bilans a amené certaines critiques à leur sujet mais il demeure difficile de donner un jugement argumenté sur des évolutions à court terme ; de manière globale, le bon usage de ces documents fait partie intégrante de la gestion courante d'une exploitation.

En pathologie, la méthode des bilans n'existe pas, ce qui rend aléatoire la prise en compte des aspects sanitaires dans le fonctionnement d'une exploitation ainsi que les mises en relation des maladies avec les facteurs censés leur être associés.

Dans le cadre de l'Enquête Eco-Pathologique Continue (E.E.P.C.) (BARNOUIN et BROCHART, 1981) un bilan de pathologie clinique a été mis au point afin de pouvoir facilement classer les exploitations en fonction de leurs dominantes pathologiques.

Ce bilan fait la somme des observations cliniques effectuées et notées par les vétérinaires et les éleveurs, et sa mise en pratique suppose donc entre eux des relations de transparence avec mise en place d'un système d'enregistrement de la pathologie.

Modalités d'établissement des bilans de pathologie en élevage laitier

En élevage laitier, le bilan que nous proposons et qui est réalisé automatiquement après codification informatique est basé sur trois récapitulatifs concernant une période de douze mois : bilan de pathologie des vaches, causes de réforme des vaches et bilan pathologique sur les veaux de la naissance à 1 mois. Pour le bilan de pathologie des vaches, vingt symptômes ou groupes de symptômes ont été retenus (fig. 1) ; ceux-ci comprennent les pathologies les plus fréquentes rencontrées dans l'Enquête Eco-Pathologique (BARNOUIN, 1981), mais aussi certaines pathologies globalement peu fréquentes mais révélatrices, lorsqu'elles existent, du contexte d'exploitation (acétonémie, toux, blessure de la mamelle).

La sortie des résultats est illustrée par la figure 2, pour l'ensemble du département de la Mayenne et l'une des exploitations de ce département (période allant de juillet 1979 à juin 1980) ; ce découpage de l'année est favorable, car il permet de ne pas mêler deux campagnes de vêlage, le vêlage étant un élément déterminant de la distribution temporelle de la pathologie. La figure 2 fait apparaître le classement des pathologies par ordre décroissant d'importance ; cette ''importance'' est décrite dans la colonne A qui correspond au

N° DE CODE	NOM DE CODE	
160	BOITERIE	
205	AVORTEMENT	
206	NON DELIVRANCE	
221	CONGESTION-TUMEFACTION MAMELLE	
225	BLESSURE MAMELLE	
243	DIARRHEE ADULTE	
260	TOUX	
460	ACETONEMIE	
462	FIEVRE VITULAIRE	
474	BRONCHOPNEUMONIE POST SEVRAGE	
494	CERISE	
0	FIN DES CODES UNIQUES	
120	PERTE D'APPETIT	} TROUBLES DE L'APPETIT
124	LECHAGE DES MURS OU DU SOL	
127	REFUS CMV	
0		
200	ABSENCE DE CHALEURS	} DEREGLEMENTS OVARIENS
201	CHALEURS FREQUENTES	
202	3 INSEMINATIONS NON REUSSIES	
203	CYCLES ALLONGES	
0		
208	ECOULEMENT VULVAIRE ANORMAL	} INFECTIONS GENITALES
410	METRITE $\leq$ 30 J P.PARTUM	
411	METRITE $>$ 30 J P.PARTUM	
412	VAGINITE	
0		
245	CONSTIPATION	} TROUBLES DIGESTIFS
252	METEORISATION	
254	COLIQUES	
455	DEPLACEMENT DE LA CAILLETTE	
456	OCCLUSION INTESTINALE	
463	INDIGESTION	
0		
290	INFLAMMATION-DOULEUR DE L'ESPACE INTERDIGITE	} INFECTIONS PODALES
299	TUMEFACTION-ABCES PIED	
490	PANARIS INTERDIGITE	
491	FOURCHET	
0		
301	DEPILATION RONDES OU OVALES	} PARASITES CUTANES EXTERNES
302	CROUTES GRIS-BLANC	
307	TIQUES	
500	GALE	
501	TEIGNE	
502	POUX	
503	MELOPHAGOSE	
0		
414	KYSTE OVARIEN	} KYSTES - CORPS JAUNES
415	CORPS JAUNE PERSISTANT	
0		
416	VELAGE DIFFICILE	} VELAGE DIFFICILE
417	DYSTOCIE AVEC CESARIENNE OU EMBRYOTOMIE	
0		
420	MAMMITE CLINIQUE	} MAMMITES
421	MAMMITE GANGRENEUSE	
0		
0		

FIG. 1 : *Symptômes et groupes de symptômes pris en compte pour le bilan de pathologie clinique* - vaches laitières - E.E.P.C.

nombre de fois où un symptôme est apparu dans la période considérée, diminué du nombre de fois où le symptôme est apparu dans la quinzaine (unité de temps dans l'E.E.P.C.) où il est apparu le plus ; cette correction est destinée à pondérer un phénomène accidentel et à modérer l'importance des pathologies de groupe facilement observables (par exemple : toux).

La colonne B représente le nombre total d'observations du symptôme (non amputé de la quinzaine maximum) et la colonne C le nombre de quinzaines où le symptôme a été observé au moins une fois durant la période (maximum = 24) ; la colonne D correspond au nombre d'exploitations où le symptôme a été observé au moins 1 fois ; la colonne E fait apparaître le nombre moyen de symptômes dans les exploitations où il a été observé ; la colonne F définit l'importance relative en pourcentage de chaque symptôme par rapport au total des symptômes tous groupes pathologiques compris. De juillet 1979 à juin 1980, dans les 16 exploitations de la Mayenne concernées par la figure 2 (effectif moyen = 673 vaches), 147 mammites cliniques ont été décrites au total, dont 31 pendant une seule quinzaine (147-116), ceci durant 24 quinzaines. 14 exploitations ont été affectées de mammites, soit 10,5 mammites par exploitation, les mammites représentant 16,9 p.100 de l'ensemble des vingt pathologies envisagées par le bilan clinique ; enfin 21,8 p.100 des vaches ont fait une mammite clinique durant la période ''annuelle'' considérée.

En cas de rechute, il convient de signaler que nous avons pris comme convention de ne recomptabiliser un symptôme que s'il est décrit comme ''réapparaissant'' 3 mois au moins après sa première apparition.

Il s'agit ensuite de comparer chaque élevage à un groupe d'élevages qui est censé représenter la situation pathologique ''moyenne'' de référence ; en l'absence de tels bilans, il est très difficile, dans la pratique, de discerner si une exploitation a un ''problème'', sauf lorsque celui-ci est explosif. On est alors tenté de porter des jugements subjectifs, une série de 3 ou 4 mammites successives pouvant plus retenir l'attention qu'une dizaine de cas répartis dans l'année. La connaissance de la situation moyenne des fréquences pathologiques ''annuelles'' permet de montrer que telle pathologie ou tel ensemble de pathologies, qui n'apparaît pas pourtant être le plus fréquent dans l'exploitation, est à vrai dire celui sur lequel il faut se pencher en premier, car son niveau est supérieur à celui du groupe de comparaison ; c'est le cas pour l'exploitation n°17 de la Mayenne dans laquelle seule l'acétonémie (et à un degré moindre la fièvre vitulaire) est à un niveau supérieur à la moyenne ''départementale'' ; la détermination statistique des symptômes s'écartant de la moyenne a été faite simplement en ajoutant à la moyenne du département (colonne G = p.100 d'animaux malades par rapport à l'effectif) la valeur d'un écart-type, ce qui permet de calculer pour chaque pathologie un

ENSEMBLE DU DEPARTEMENT : 53 PERIODE : T_2 (16 ELEVAGES)

EFFECTIF MOYEN DE VACHES (ARRONDI À L'UNITÉ INFÉRIEURE) : 673

	CAUSE	CODE*	A EFF-QMAX	B EFF	C NBQZ	D NBEXP	E=B/D	F= B X 100 / B	G= B X 100 / EFFECTIF
1	MAMMITES		116	147	24	14	10.5	16.9	21.8
2	ANOMALIES CYCLES		89	125	23	16	7.8	14.4	18.6
3	INFECTIONS GENITALES		88	123	22	13	9.5	14.2	18.3
4	NON DELIVRANCE	206	68	94	23	15	6.3	10.8	14.0
5	INFECTIONS PODALES		40	61	23	14	4.4	7.0	9.1
6	BOITERIE	160	35	55	21	14	3.9	6.3	8.2
7	KYSTES OVAIRES		30	50	22	12	4.2	5.8	7.4
8	FIEVRE VITULAIRE	462	26	42	22	13	3.2	4.8	[6.2]
9	VELAGE DIFFICILE		15	30	14	11	2.7	3.5	4.5
10	TROUBLES APPETIT		11	22	14	11	2.0	2.5	3.3
11	AVORTEMENT	205	9	16	12	7	2.3	1.8	2.4
12	CERISE	494	9	13	10	4	3.3	1.5	1.9
13	DIARRHEE ADULTES (O SANG)	243	7	14	10	7	2.0	1.6	2.1
14	ACETONEMIE	460	7	11	7	3	3.7	1.3	[1.6]
15	CONGESTION MAMELLE	221	5	10	10	5	2.0	1.2	1.5
16	PARASITES EXTERNES		5	10	6	3	3.3	1.2	1.5
17	TROUBLES DIGESTIFS		3	13	7	5	2.6	1.5	1.9
18	BLESSURE MAMELLE	225	2	9	8	7	1.3	1.0	1.3
19	TOUX	250	0	19	4	4	4.8	2.2	2.8
20	BRONCHO-PNEUMONIE POST-SEVRAGE	474	0	4	3	3	1.3	.5	.6

*Seuls les n° des codes uniques (cf figure 1) apparaissent sur le listing.

DEPARTEMENT : 53 PERIODE : T_2 EXPLOITATION : 17

EFFECTIF MOYEN DE VACHES (ARRONDI À L'UNITÉ INFÉRIEURE) : 45

	CAUSE	CODE	A EFF-QMAX	B EFF	C NBQZ	F= B X 100 / B	G= B X 100 / EFFECTIF
1	ANOMALIES CYCLES		6	8	5	22.2	17.6
2	NON DELIVRANCE	206	5	6	6	16.7	13.2
3	MAMMITES		4	6	5	16.7	13.2
4	FIEVRE VITULAIRE	462	3	5	3	13.9	→11.0←
5	KYSTES OVAIRES		2	4	3	11.1	8.8
6	ACETONEMIE	460	2	3	3	8.3	→6.6←
7	INFECTIONS PODALES		1	2	2	5.6	4.4
8	CONGESTION MAMELLE	221	0	1	1	2.8	2.2
9	BOITERIE	160	0	1	1	2.8	2.2

Dans cette exploitation, la fréquence des 11 autres symptômes ou groupes de symptômes est nulle et n'apparaît pas dans le classement

FIG. 2 : *Listing de sortie d'un bilan de pathologie clinique pour la période juillet 79 - juin 80 (T_2)* - vaches laitières - Ensemble de la Mayenne et élevage n° 17

''seuil critique''. Pour l'exploitation n°17, seule l'acétonémie dépasse donc largement ce seuil (3,45 p.100) et la fièvre vitulaire se situe à un niveau proche du seuil critique (11,77 p.100). Dans l'exploitation citée, ce sont donc les problèmes métaboliques qui semblent à résoudre en premier lieu, et c'est dans ce sens que l'on orientera le raisonnement global sur les problèmes de l'élevage.

Pour les causes de réforme (fig. 3), le raisonnement est le même et l'exemple choisi fait apparaître les réformes pour métrite et stérilité comme se situant à un niveau élevé dans l'exploitation 27 par rapport à la moyenne du groupe des 30 exploitations du Finistère. Nous en profiterons pour faire une critique a postériori des causes de réforme qui ont été choisies au vu des causes décrites dans les relevés de l'Enquête éco-pathologique : il aurait fallu ajouter ''réforme : anomalie du trayon'', cause de réforme assez fréquente et regrouper tuberculose et brucellose sous le vocable ''réforme : maladie légalement contagieuse''.

Pour les causes de réforme à fréquence élevée, il convient sur le terrain de porter un jugement sur leur opportunité, surtout lorsqu'il s'agit des réformes pour insuffisance de production ou stérilité ; à l'inverse, pour les causes de réforme faiblement représentées dans une exploitation, il faut se demander si la politique de réforme n'est pas trop laxiste.

Précisons que lorsque plusieurs causes sont décrites pour la réforme d'un animal, nous avons pris comme convention de ne considérer que celle qui est notée en premier lieu. Enfin, pour le bilan clinique des jeunes veaux, nous retenons les groupes d'évènements pathologiques suivants en bâtissant le même tableau que pour les vaches : animal malade ou mort, anomalie visible à la naissance, mort problème digestif, mort-né, mort problème respiratoire, mort autres causes, diarrhée jusqu'à 5 jours, diarrhée 6 jours à 1 mois, toux, broncho-pneumonie, pathologie du cordon ombilical, problèmes digestifs, problèmes pied, maladies nutritionnelles. Pour ce qui concerne les veaux, l'effectif annuel moyen étant difficile à calculer en élevage laitier, les fréquences pathologiques seront rapportées à l'effectif moyen de vaches. Pour l'un ou l'autre de ces bilans, chaque fois que l'on se trouve en présence de fréquences pathologiques très faibles ou nulles, il faut bien entendu vérifier que les notations ont été régulièrement enregistrées, des surnotations étant également possibles et on citera à ce propos les infections génitales, souvent notées à partir de la constatation d'un écoulement vulvaire non pathologique : en fait, un système de notation des évènements pathologiques devient efficace dès qu'il représente pour l'éleveur et le vétérinaire un élément quotidien de travail et de collaboration.

ENSEMBLE DU DEPARTEMENT : 29 PERIODE : T_2 (30 ELEVAGES)

EFFECTIF MOYEN DE VACHES : 1047

	CAUSE	CODE	A EFF-QMAX	B EFF	C NBQZ	D NBEXP	E=B/D	F= B X 100 / B	G= B X 100 / EFFECTIF
1	REFORME : STERILITE-AVORT	602	32	72	22	23	3.1	30.5	[6.9]
2	REFORME : PRODUCTION	601	19	53	17	21	2.5	22.5	5.1
3	REFORME : AUTRE CAUSE CONNUE	609	19	45	19	22	2.0	19.1	4.3
4	REFORME : CAUSE INCONNUE	610	5	10	8	5	2.0	4.2	1.0
5	REFORME : AGE	600	4	16	10	10	1.6	6.8	1.5
6	REFORME : PATHOLOGIE PODALE	605	2	13	9	10	1.3	5.5	1.2
7	REFORME : MAMMITE	604	2	12	9	8	1.5	5.1	1.1
8	REFORME : METRITE	603	2	7	3	2	3.5	3.0	[.7]
9	REFORME : ACCIDENT	608	1	8	7	7	1.1	3.4	.8
10	REFORME : TUBERCULOSE	607	0	0	0	0	.0	.0	.0
11	REFORME : BRUCELLOSE	606	0	0	0	0	.0	.0	.0

DEPARTEMENT : 29 PERIODE : T_2 EXPLOITATION : 27

EFFECTIF MOYEN DE VACHES : 33

	CAUSE	CODE	A EFF-QMAX	B EFF	C NBQZ	F= B X 100 / B	G= B X 100 / EFFECTIF
1	REFORME : METRITE	603	2	6	2	50.0	→18.0←
2	REFORME : STERILITE-AVORT.	602	1	4	2	33.3	→12.0←
3	REFORME : MAMMITE	604	0	1	1	8.3	3.0
4	REFORME : PRODUCTION	601	0	1	1	8.3	3.0
5	REFORME : AGE	600	0	0	0	.0	.0
6	REFORME : PATHOLOGIE PODALE	605	0	0	0	.0	.0
7	REFORME : AUTRE CAUSE CONNUE	609	0	0	0	.0	.0
8	REFORME : ACCIDENT	608	0	0	0	.0	.0
9	REFORME : TUBERCULOSE	607	0	0	0	.0	.0
10	REFORME : BRUCELLOSE	606	0	0	0	.0	.0
11	REFORME : CAUSE INCONNUE	610	0	0	0	.0	.0

FIG. 3 · *Listing de sortie d'un bilan réformes pour la période juillet 79 - juin 80 (T_2)*
Vaches laitières - Ensemble du Finistère et élevage n° 27

Conclusion : les bilans cliniques de pathologie, une pratique à développer

La pratique étendue des bilans de pathologie clinique pourrait être une des bases d'un travail pluridisciplinaire sur le terrain en vue de la définition d'actions préventives globales. Une discussion à partir de tels bilans et d'autres outils de jugement (persistance de production laitière, rationnement, profils métaboliques, dépistages de maladies parasitaires et infectieuses) permettrait d'appréhender de plus près les dominantes pathologiques des élevages et leurs évolutions. Pour le vétérinaire et l'éleveur notamment, la mise en place dans l'élevage d'un système d'enregistrement de la pathologie permet d'autres approches, complémentaires des apports des bilans de pathologie clinique : périodes de l'année et pathologie, sensibilité ou résistance individuelles, délai entre le vêlage et l'apparition de certaines maladies (métrites, mammites). La comparaison entre groupes d'élevages permet également une visualisation simple des dominantes pathologiques par région ou petite région, types d'animaux ou d'exploitation à partir d'enregistrements effectués dans des exploitations-tests ; ce système peut donc fournir d'utiles renseignements pour les actions à entreprendre au niveau du développement dans la mesure où un système homogène d'observation est mis en place et où l'ensemble des structures techniques travaillent en coordination. Un affinement de ces bilans consisterait à distinguer d'une part les pathologies observées lors des interventions vétérinaires et d'autre part celles qui sont notées sous la responsabilité de l'éleveur. Une telle pratique permettrait dans certains cas de juger du succès ou de l'insuccès de pratiques préventives ou thérapeutiques, et aboutirait en fin de compte à une meilleure coordination entre l'éleveur et le vétérinaire au niveau des soins ; car l'un des facteurs de progrès en pathologie est la connaissance par le vétérinaire de l'ensemble des pratiques de soins mises en œuvre dans un élevage, à l'inverse d'une démarche qui aboutirait à ne présenter au praticien que les cas douteux ou dramatiques : seule cette attitude devant la maladie animale peut permettre une approche épidémiologique de la pathologie de groupe en élevage bovin.

Références bibliographiques

BARNOUIN J., BROCHART M., 1981. L'Enquête Eco-Pathologique Continue : 1. une nouvelle méthode de travail en pathologie chez les ruminants. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **46**, 11-14.

BARNOUIN J., 1981. L'Enquête Eco-Pathologique Continue en élevages-observatoires : un système d'étude de la pathologie multifactorielle *in : "milieu pathologie et prévention chez les ruminants"* XIIème journées du Grenier de Theix. Ed. INRA, Publ., Route de St Cyr, 78000 Versailles.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1982 (49) 75-77

Détermination de la teneur en iode total du lait

G. AUMONT

Laboratoire des Maladies nutritionnelles
C.R.Z.V. Theix

Parmi les nombreux facteurs influençant la teneur en iode total du lait, la quantité d'iode ingérée par les animaux est l'un des plus importants (HEMKEN, 1979 ; MILLER *et al.,* 1975). La détermination de cette teneur peut donc être un moyen de détection de subcarences en iode parfois possibles. En effet, selon PIEL (1978), les teneurs en iode, des fourrages en France, semblent insuffisantes pour les animaux laitiers à forte production.

Par ailleurs, l'utilisation des détergents iodés (iodophores) pour le trempage des trayons et le nettoyage du matériel de traite ou des complémentations excessives en iode peuvent être à l'origine de teneurs très élevées dans le lait (HEMKEN, 1980 ; CONNALLY, 1971 ; IWARSSON and EKMAN, 1973 ; WHEELER *et al.,* 1982). Or, l'iode, ingéré en quantité trop importante, peut être toxique, en particulier, pour les nourrissons et les personnes au métabolisme thyroïdien fragile (VIDOR *et al.,* 1973 ; SAVOIE *et al.,* 1976 ; HAZARD, 1973). Ainsi, HEMKEN (1979) signale dans le Kentucky des fréquences non négligeables (18 p.100) de fermes où les laits présentent des teneurs de 1000 à 4000 μg I/kg ; pour comparaison, l'apport journalier en iode recommandé par le NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1970) pour un enfant âgé de moins de six mois, est de 35 μg I/j. Certains pays ont fixé des teneurs limites à ne pas dépasser ; en Australie par exemple, le National Health and Medical Research Council (1976) recommande un seuil de 500 μg I/kg de lait.

La détermination des teneurs en iode total des laits est donc d'un intérêt indéniable en alimentation animale et humaine. Mais en raison des faibles concentrations et des larges variations possibles (0 à 1000 μg/kg), le dosage de l'iode dans le lait reste complexe malgré les nombreuses méthodes déjà proposées (cf revue de WHEELER, 1979).

La méthode décrite ci-dessous (AUMONT, 1983), est basée sur la détermination des iodures par la réaction catalytique de SANDELL et KOLTHOFF (1937). Compte-tenu du comportement particulier du lait en début de minéralisation, la destruction de la matière organique selon BELLANGER *et al.,* (1979) doit être modifiée : une dessiccation et une préminéralisation s'avèrent nécessaires.

Matériel

Le matériel utilisé est le suivant :

- étuves,
- four à moufle,
- autoanalyseur Technicon I.
- creusets en porcelaine avec couvercle (30 à 40 ml),
- vaisselle de laboratoire lavée selon les modalités indiquées par BELLANGER (1971).

Réactifs

- Eau désionisée, solution à 10 p.100 (p/v) de sulfate de zinc (p.a.), potasse p.a. en solution normale.
- Solution de sels d'arsenic et de cerium, solutions étalons d'iodure.

La fabrication de ces solutions est identique à celle décrite par BELLANGER *et al.* (1978).

Conditions de prélèvement des échantillons

En raison des faibles concentrations, le lait doit être prélevé dans des flacons à usage unique non contaminant. Si des échantillons doivent être conservés, il est nécessaire de les congeler frais (2 heures après la traite) à -18°C afin de pouvoir pratiquer des prises d'essais homogènes (sans coagulation).

Protocole opératoire

La séquence des opérations décrites ci-dessous doit être respectée :

- Peser 10 g ± 0,01 g de lait total bien homogénéisé dans les creusets en porcelaine.
- Ajouter 1 ml de solution de sulfate de zinc, 2 ml de potasse N ; mélanger intimement avec un agitateur plastique à usage unique.
- Sécher 8 heures à 80°C, en étuve ventilée.
- Décoller la matrice des parois du creuset et rompre la croute à l'aide d'un agitateur plastique à usage unique.
- Continuer le séchage 12 à 16 heures à 80°C.
- Préminéraliser dans une étuve à 170°C durant 2 heures. Ne pas oublier de mettre les couvercles sur les creusets.
- Minéraliser avec couvercle : déposer les creusets dans le four froid et monter la température jusqu'à 500°C en 30 mn. Maintenir cette température durant 90 mn. La cheminée et le trou d'aération doivent être obstrués.
- Après refroidissement, ajouter 1 ml de solution de sulfate de zinc et homogénéiser le résidu avec quelques ml d'eau (2 à 5 ml environ) à l'aide d'un agitateur plastique à usage unique.
- Sécher durant 10 à 12 heures à 80°C.
- Minéraliser une seconde fois avec les couvercles, selon les modalités de la première minéralisation.
- Reprendre les cendres froides par 20 ml d'eau ajoutés dans le creuset.
- Agiter durant 20 mn sur agitateur magnétique, puis centrifuger le contenu du creuset 10 mn à 2500 g.
- Prélever une partie aliquote pour la détermination des iodures.

La détermination et l'expression des résultats sont identiques à celles décrites par BELLANGER *et al.* (1978).

Caractéristiques de la méthode

La récupération d'ajouts d'iode sous forme d'iodure de potassium avant minéralisation et dosage se situe entre 95 et 97 p.100 (CV = 4,86 à 4,55 p.100). Elle diminue légèrement aux très faibles concentrations (10 μg/kg) et aux fortes concentrations (plus de 500 μg/kg). Les reproductibilités sont bonnes, même aux faibles concentrations (CV = 7,2 p.100 à 10 μg/kg ; CV = 3,4 p.100 à 50 μg/kg). Le seuil de détection se situe à 2 μg/kg. Il faut noter qu'une prise d'essai très inférieure à 10 g (5 g par exemple), atténue de façon sensible la reproductibilité et la récupération.

Conservation des cendres et des solutions minéralisées

Nous avons vérifié la bonne conservation des différents produits obtenus au cours de la fusion alcaline : ces essais sont résumés dans le tableau n°1.

TABLEAU 1

Conservation des cendres et des solutions minéralisées

	Conservées dans	Température	Durée de conservation	Remarques
Premier séchage	creuset	80°C	14 h à 8 j	
Cendres de la première minéralisation	creuset	20°C	12 h	avec couvercle
Second séchage	creuset	80°C	10 h à 24 h	
Cendres de la seconde minéralisation	creuset	20°C	24 h	avec couvercle
Reprises avec cendres	Tube polypropylène naturel	20°C	24 h	
Solutions centrifugées et diluées	Tube à hémolyse (polypropylène transparent)	20°C	48 h	lumière du laboratoire

Conclusion

La méthode proposée présente les avantages des méthodes chimiques basées sur la réaction catalytique de SANDELL et KOLTHOFF (1937) : seuil de détection faible, bonne récupération et reproductibilité. A l'inverse des méthodes basées sur la fluorescence par rayon X, la polarographie, la chromatographie en phase gazeuse, l'absorption atomique ou l'activation neutronique, elle est simple, peu coûteuse et fiable dans les concentrations les plus couramment rencontrées (20 à 300 μg I/kg).

Elle permet donc de doser en routine l'iode total du lait, produit de grande consommation, dont on sait qu'il peut présenter des teneurs toxiques. Son utilisation pour le diagnostic des carences en iode est parfaitement envisageable. Cependant, il reste à mieux cerner l'influence des principaux facteurs de variation : teneur en iode des fourrages et des compléments minéraux vitaminés, trempage des trayons par iodophores, stade de lactation, principes goitrigènes, etc...

Références bibliographiques

AUMONT G., 1983. *Ann. Rech. vet.* (sous presse)

BELLANGER J., 1971. Dosage des oligoéléments dans les fourrages. *Ann. Nutr. Alim.*, **25**, B59-B96.

BELLANGER J., TRESSOL J.C., PIEL H.P., 1978. Détermination de l'iode dans les végétaux. *Bull. tech. C.R.Z.V. Theix-INRA.*, **34**, 11-13.

BELLANGER J., TRESSOL J.C., PIEL H.P., 1979. A semi-automated method for the determination of iodine in plants. *Ann. Rech. vet.*, **10** (1), 113-118.

CONNALY R.J., 1971. The changing iodine environment of Tasmania. *Med. J. Aust.*, **2**, 171-174.

FOOD AND NUTRITION BOARD, NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1970. Iodine nutrition in United States. Washington D.C., National Academy of Science, p. 53.

HAZARD J., 1973. Surcharge iodée et hypothyroïdie. *Nouv. Presse med.*, **2** (11), 685-688.

HEMKEN R.W., 1979. Factors that influence the iodine content of milk and meat : a review. *J. anim. Sci.*, **48** (4), 981-985.

HEMKEN R.W., 1980. Milk and meat iodine content : relation to human health. *J.A.V.M.A.*, **176** (10), 1119-1121.

IWARSSON K., EKMAN L., 1973. The effect of a post milking teat dip on the iodine concentration of bulk herd milk. *Acta Vet. Scand.*, **14**, 338-340.

MILLER J.K., SWANSON E.W., SPALDING G.E., 1975. Iodine absorption, excretion, recycling and tissue distribution in the dairy cow. *J. Dairy Sci.*, **58** (10), 1578-1593.

NATIONAL HEALTH AND MEDICAL RESEARCH COUNCIL, 1976. Report of 82nd Session. October 1976.

PIEL H.P., 1978. La teneur en iode de foins de prairie permanente de première coupe récoltés en France. *Bull. tech. C.R.Z.V. Theix-INRA.*, **34**, 5-10.

SANDELL et KOLTHOFF, 1937. Microdetermination of iodine by catalytic method. *Mikrochim. Acta*, **1**, 9.

SAVOIE J.C., LEGER F.A., MASSIN J.D., LAURENT M.F., LEWIN F., 1976. L'hyperthyroïdie induite par l'iode sur une glande thyroïde apparemment normale. Une pathologie iatrogène nouvelle. *Nouv. Presse med.*, **5** (39), 2593-2597.

VIDOR C.I., STEWART J.C., WALL J.R., WANGEL A., HETZEL B.S., 1973. Pathogenesis of iodine induced thyrotoxicosis studies in Northern Tasmania. *J. Clin. Endocrinol. Metabl.*, **37**, 6, 901-909.

WHEELER S.M., 1979. The microdetermination of iodophors and iodine in milk : a review. *Aust. J. Dairy Technol.*, **34** (4), 169-175.

WHEELER S.M., FLEET G.H., ASHLEY B.J., 1982. Iodine contamination of milk by iodophor dairy sanitizers. In *"Trace Elements Metabolism in Man and Animals"*. Ed. by J.M. GAWTHORN, J.M.C.HOWELL and C.L. WHITE. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New-York.

XIVEMES JOURNEES DU GRENIER DE THEIX

Clermont-Ferrand, 15-16 et 17 décembre 1982

Physiologie et pathologie périnatales chez les animaux de ferme

THEME I : **Physiologie et pathologie périnatales**

I - 1 La mise bas : mécanismes, contrôle et prévision
M. BOSC

I - 2 L'utérus : rétentions placentaires, affections, involution
F. BADINAND

I - 3 La mamelle : croissance mammaire et montée laiteuse en relation avec le développement foeto-placentaire
C. DELOUIS

I - 4 Le comportement maternel :
P. LE NEINDRE et P. POINDRON

THEME II : **Physiologie périnatale du jeune**

(période couvrant la fin de la vie utérine, la naissance et les 2-3 premières semaines post-natales)

II - 1 Croissance et développement corporel
J. ROBELIN, Yseult VILLETTE et M. ETIENNE

II - 2 La naissance : passage à la vie aérienne, souffrance foetale, aspects pharmacologiques.
Y. RUCKEBUSH

II - 3 Colonisation microbienne du tube digestif
P. RAIBAUD et M. CONTREPOIS

II - 4 Adaptations digestives :
A. AUMAITRE, R. TOULLEC et Yseult VILLETTE

II - 5 Thermorégulation :
M. VERMOREL et J. LE DIVIDICH

II - 6 Nutrition énergétique :
C. DEMIGNE, C. REMESY, M. VERMOREL et P.H. DUEE

II - 7 Métabolisme azoté :
Ph. PATUREAU-MIRAND

II - 8 Fonctions endocrines (surrénales, thyroïde...)
J.P. BARLET, M. BOSC, G. CABELLO

THEME III : **Le nouveau-né : poids et vitalité**

III - 1 Critères cliniques d'évaluation de la vitalité :
C. DARDILLAT et P. LE NEINDRE

III - 2 Aspects métaboliques et endocriniens
J.F. GRONGNET et G. CABELLO

III - 3 Veau
M. PETIT et F. MENISSIER

III - 4 Agneau et chevreau
Yseult VILLETTE, M. THERIEZ, P. MORAND-FEHR et G. RICORDEAU

III - 5 Porcelet
G. BOLET et M. ETIENNE

Pour chacune de ces espèces, on étudiera l'influence des facteurs génétiques, de l'alimentation et de l'état sanitaire de la mère et des conditions de naissance (difficultés de mise bas) sur le poids et la vitalité du nouveau né et l'influence de ces deux paramètres sur la morbidité et les performances zootechniques.

THEME IV : **Les infections du nouveau né et leur prévention**

IV - 1 Transmission de l'immunité passive
D. LEVIEUX, J.J. METZGER, P. PERY, H. SALMON et J.M. AYNAUD

IV - 2 Infections bactériennes du tractus digestif et leur prévention
Ph. GOUET et M. CONTREPOIS

IV - 3 Infections virales du tractus digestif et leur prévention
R. SCHERRER, H. LAUDE, C. LABONNARDIERE, G. CORTHIER, J.F. VAUTHEROT et J.M. AYNAUD

IV - 4 Traitement des diarrhées néo-natales : réhydratation et antibiothérapie
C. DEMIGNE, C. REMESY et M. CONTREPOIS

IV - 5 Infections du tractus respiratoire : réactions de l'hôte
J. ASSO et B. CHARLEY

IV - 6 Mesures préventives (hygiène, ménagement) : veau
A. VALLET et C. DARDILLAT

IV - 7 Mesures préventives (hygiène, ménagement) : porcelet
P. VANNIER

IV - 8 Perspectives de sélection d'animaux résistants : colibacillose du porcelet, réponse anticorps des ovins.
L. OLLIVIER, J.M. AYNAUD, J.P. GIRARDEAU, Y. DUVAL et F. LANTIER

MODALITES PRATIQUES

Les Journées se tiendront du 15 décembre à 8h 30 au 17 décembre à 13 heures au Palais des Congrès, Boulevard Gergovia, de Clermont-Ferrand.

Les frais d'inscription, incluant le prix de l'ouvrage qui réunira les exposés, sont de 900 francs par personne. Ils peuvent entrer dans le cadre des frais de formation du personnel.

Pour tous renseignements, (bulletins d'inscription...), s'adresser à

ou - Eliane ROCHER
- G. TRILLAT
I.N.R.A.-C.R.Z.V. de Theix
63110 - BEAUMONT
Tél : (73) 92 42 63

VIENT DE PARAITRE

Nouveautés I.N.R.A.

En vente au Service des Publications de l'INRA,
Route de St Cyr, 78000 Versailles

- **L'I.N.R.A. et les Céréales à Paille**
ISBN 2-85340-417-X, 1982, 115 p. Prix 75,00 F

Dans la série des publications de synthèse sur les travaux de l'I.N.R.A., cet ouvrage apporte un ensemble coordonné d'informations d'un intérêt tout particulier étant donné l'importance nationale autant qu'internationale de ces productions.

La partie essentielle est constituée par la liste des 153 DOR (= descriptions d'opération de recherche) du programme actuel d'investissement des obstacles rencontrés pour améliorer encore ces précieuses espèces que sont le Blé, l'Orge, l'Avoine, le Seigle, le Riz, auxquelles s'ajoute maintenant le Triticale, et leurs produits industriels.

C'est par petites touches volontaires, l'image des connaissances et des progrès espérés en matière de production et d'utilisation des Céréales pour les dix prochaines années qui se dessine dans ces quelques pages. Quatre textes de synthèse correspondant aux quatre grands axes de recherche facilitent l'accès à ces données brutes en plaçant chaque DOR dans son contexte d'application : agronomie et physiologie de la plante, amélioration génétique, disciplines phytosanitaires, technologie. A chaque DOR se trouve associée la liste du ou des chercheurs responsables du projet avec leur localisation géographique. Des index complémentaires par chercheurs, par espèces, par descripteurs, par départements de recherche, centres et stations, permettent d'exploiter complètement ce recueil des préoccupations céréalières de l'INRA, dans la limite de ses moyens actuels.

Deux textes introductifs présentent au lecteur les aspects économiques des Céréales à Paille ainsi que le rôle de la recherche agronomique dans l'évolution de la Céréaliculture en France. Ces deux textes sont complétés par quelques graphiques et tableaux permettant de situer les Céréales à Paille dans le contexte agricole français et d'apprécier l'effort de recherches du secteur public dans ce vaste domaine.

GENSTAT - Un langage statistique par A. BOUVIER, R. TOMASSONE, R. ASTIER, J.B. DENIS, E. JOLIVET, O. PONS, J.P. VILA
ISBN 2-85340-424-2,
1982, 555 p. Prix 200,00 F

GENSTAT est un **logiciel statistique général** qui permet :

de traiter des analyses statistiques classiques,
de programmer des analyses spécifiques,
de manipuler des fichiers de données.

Parmi les **analyses statistiques de base**, on peut trouver :

. la régression linéaire multiple et les modèles linéaires généralisés,
. les modèles non linéaires,
. l'analyse des dispositifs expérimentaux,
. la classification automatique hiérarchique ou par partition,
. l'analyse de données multidimensionnelles : analyse en composantes principales, analyse discriminante, analyse des correspondances, analyse de matrices de distances, analyse procustéenne,
. séries chronologiques, modèle de Box et Jenkins,
. analyse des tables à plusieurs entrées.

Mais GENSTAT est aussi un **langage de programmation** qui a les caractéristiques essentielles suivantes :

. des fonctions opérant sur des scalaires, des vecteurs, des tables ou des matrices
. une syntaxe concise,
. des boucles et des branchements,
. des entrées en format libre ou fixé, avec éventuellement des données manquantes,
. des fonctions statistiques comme moyenne, médiane, variance et un générateur de nombres au hasard,
. des fonctions graphiques : histogramme, courbes et contours,
. la possibilité de bâtir une bibliothèque personnalisée avec des macros,
. l'organisation de fichiers magnétiques temporaires ou permanents,
. l'édition de résultats,
. des messages d'erreur.

L'**ouvrage français** décrit le langage, mais il constitue aussi un manuel d'apprentissage du calcul en statistique et en analyse des données.

- **Fertilité et alimentation des volailles** - Station de recherches avicoles de Tours, Séance de travail 15-16 octobre 1981
ISBN 2-85340-410-2
1982, 234 p. Prix : 60,00 F

- **Fertilité et insémination artificielle en aviculture** - Station de Recherches avicoles de Tours. Session du 20 avril 1982
ISBN 2-85340-426-9
1982, 115 p. Prix : 40,00 F

- **Pharmacologie et toxicologie vétérinaires.** 2ème Congrès européen. Toulouse, 13-17 sept. 1982.
(Les colloques de l'I.N.R.A. n°8)
ISBN 2-85340-439-0
1982, 497 p. Prix 160,00 F

- **Orientations scientifiques - Département de Biométrie**
ISBN 2-85340-425-0
1982, 61 p. Prix : 40,00 F

- **Biométrie et épidémiologie,** par J.M. LEGAY, E. JOLIVET, R. TOMASSONE (éd.)
ISBN 2-85340-389-0
1981, 206 p. Prix : 60,00 F

- **La recherche d'informations scientifiques en ligne,** par M. LALFERT et H. PAMPOUILLE
ISBN 2-85340-434-X
1982, 27 p. Prix : 35,00 F

ACTUALITES SCIENTIFIQUES ET AGRONOMIQUES

I.N.R.A. - MASSON

Commandes à adresser à : MASSON, 120 Bd St Germain
75280 Paris Cedex 06

- **Le médicament vétérinaire** par Y. RUCKEBUSCH et P.L. TOUTAIN, 204 p.

Le médicament utilisé en médecine vétérinaire selon la loi de 1975 sur la pharmacie vétérinaire, n'est pas différent de celui prescrit chez l'homme en ce qui concerne la qualité. Son originalité vient de l'utilisation qui en est faite selon les espèces animales.

L'animal de compagnie présente la plupart des troubles pathologiques que connaît l'homme : le médicament est un auxiliaire (thérapeutique) dont il faut connaître l'activité et les limites. La dose utilisée (ou posologie) doit tenir compte de la manière dont il agit chez une espèce donnée (pharmacodynamie) et de la manière dont réagit à son endroit l'organisme (pharmacocinétique).

L'élevage des animaux de rente est soumis à des contraintes économiques qui rendent la thérapeutique relativement moins sélective avec, là encore, des variations interspécifiques.

A cela s'ajoutent pour les aliments médicamenteux des contraintes d'ordre hygiénique visant à éviter la pollution chimique des produits d'origine animale consommés par l'homme.

Enfin, il convient de souligner que, sur le plan économique, le médicament vétérinaire représente de 30 à 40 p.100 du coût total vétérinaire, au lieu de 10 à 15 p.100 seulement pour le médicament humain.

Sont envisagés en particulier :

Chap. 1 - La place et la nature des médicaments vétérinaires dans l'économie animale

Chap 2 - Le profil pharmacologique des médicaments vétérinaires

Chap 3 - La pharmacocinétique des médicaments vétérinaires

Chap 4 - L'activité thérapeutique des médicaments vétérinaires.

Sommaire des publications des chercheurs du centre parues dans les annales de l'I.N.R.A.

(2ème semestre 1981)

Yseult VILLETTE et B. AUROUSSEAU. Influence du poids à la naissance et du génotype sur la composition chimique de l'agneau nouveau-né. *Ann. Zootech.*, 1981, 30 (3) 285-298.

La composition chimique de 76 agneaux nouveau-nés appartenant à différentes races (14 Limousine : L, 5 Romanov : R, et 12 Ile-de-France : IDF) ou à leur croisement (9 R ♂ × L ♀ et 36 IDF ♂ × (R × L) ♀] a été déterminée et reliée, sauf pour le génotype Romanov (R.), au poids des agneaux à la naissance.

Pour les agneaux L, IDF et IRL, les teneurs en eau (765 ± 14 g/kg), énergie (1133 ± 70 kcal/kg) et protéines (163 ± 13 g/kg) sont indépendantes du poids à la naissance. En revanche dans le génotype RL, les coefficients d'allométrie sont significativement différents de 1 et prennent pour valeur respective 0,92 ($P2 < 0,01$), 1,28 ($P < 0,05$) et 1,32 ($P < 0,05$).

Les teneurs en cendres (42,7 ± 4,7 g/kg) ainsi que celles des différents minéraux analysés (calcium, phosphore, magnésium, sodium et potassium) sont indépendantes du poids à la naissance.

Ces résultats de composition chimique sont discutés en rapport avec les taux de mortalité néonatale observés sur ces mêmes génotypes.

J.F. GRONGNET, P. PATUREAU-MIRAND, R. TOULLEC et J. PRUGNAUD. Utilisation des protéines du lait et du lactosérum par le jeune veau préruminant. Influence de l'âge et de la dénaturation des protéines du lactosérum. *Ann. Zootech.*, 1981, 30 (4), 443-464.

Trois aliments d'allaitement (Témoin, RD et RN) sont préparés. Dans l'aliment Témoin, les protéines sont fournies en totalité par de la poudre de lait écrémé supplémentée en méthionine ; dans les aliments RD et RN, 58 p. 100 des protéines sont apportées par un rétentat de lactosérum dénaturé (RD) ou natif (RN), le reste provenant de la poudre de lait écrémé. Les 2 rétentats sont pasteurisés (72 °C, quelques secondes), puis concentrés et séchés par atomisation. La dénaturation du produit RD est effectuée par un chauffage supplémentaire (75 °C, 30 mn) appliqué après la concentration ; le pourcentage de protéines dénaturées passe ainsi de 8 à 34.

Chacun des aliments est distribué à 5 veaux mâles Holstein x Frisons à partir de l'âge d'un jour. La digestibilité est mesurée de 3 à 8 (P_1), de 14 à 19 (P_2) et de 28 à 33 j (P_3). La digestibilité apparente de l'aliment Témoin augmente régulièrement de la P_1 à la P_3, passant ainsi pour l'azote de 0,871 à 0,935 et 0,966. Celle des 2 autres aliments n'augmente qu'entre la P_2 et la P_3, évoluant ainsi pour l'azote de 0,888 à 0,896 et 0,950 (RD) et de 0,859 à 0,854 et 0,923 (RN). Les variations individuelles sont plus importantes en P_1 et en P_2 qu'en P_3. Pour l'ensemble des régimes, l'augmentation observée entre la P_2 et la P_3 est significative. La digestibilité de l'azote est significativement plus élevée avec l'aliment Témoin qu'avec l'aliment RN en P_3.

L'examen de la composition en acides aminés des fèces indique que l'augmentation de la digestibilité apparente de l'azote avec l'âge correspond vraisemblablement à une amélioration de la digestion des protéines alimentaires et endogènes. Il en serait de même en P_1 pour expliquer les digestibilités individuelles plus élevées observées chez certains veaux. La digestibilité réelle des protéines des aliments RD et surtout RN semble moins élevée que celle des protéines du lait. Les teneurs en acides aminés libres du sang, notamment en lysine, sont peu influencées par la dénaturation.

L'utilisation digestive des protéines du lait et du lactosérum augmente de la naissance à la cinquième semaine d'âge. Les protéines du lactosérum sont un peu moins bien utilisées que celles du lait durant cette période, mais leur dénaturation partielle par voie thermique permet d'en améliorer la digestibilité réelle. Les traitements thermiques modérés peuvent donc accroître la valeur nutritionnelle de certains produits laitiers.

M. DOREAU, W. MARTIN-ROSSET et J.P. BARLET. Variations de quelques constituants plasmatiques chez la jument allaitante en fin de gestation et début de lactation. *Ann. Rech. vet.*, 1981, 12 (3), 219-225.

On a étudié chez des juments soit gestantes puis allaitantes soit vides l'évolution de constituants plasmatiques témoins du métabolisme énergétique (glucose, acides gras non estérifiés, β-hydroxybutyrate), azoté (urée, protéines) ou minéral (calcium, phosphore, magnésium). Les juments recevaient chaque jour 2 kg de concentré et du foin *ad libitum.*
Seuls le β-hydroxybutyrate, le magnésium et, à un degré moindre, le glucose, ont varié entre un mois avant et un mois après le poulinage. L'augmentation du niveau d'ingestion entre la fin de gestation et le début de lactation a pu correspondre à l'accroissement des besoins : en effet les niveaux d'acides gras non estérifiés reflétant la mobilisation des lipides corporels et d'urée, indicateur de l'état de nutrition azoté, sont restés constants.

Yseult VILLETTE et D. LEVIEUX. Etude de l'influence de l'âge de la mère sur la transmission de l'immunité passive colostrale chez l'agneau. *Ann. Rech. vet.*, 1981, 12 (3), 227-231.

Les teneurs plasmatiques en IgG déterminées sur 56 agneaux âgés de 2 jours ont été reliées à l'âge de leur mère. Celles-ci augmentent légèrement jusqu'à 6 ans (43,4 g/l) puis décroissent fortement (11,2 g/l entre 8 et 10 ans). Les teneurs colostrales à la mise-bas sont indépendantes de l'âge des brebis, mais on observe une décroissance de ces teneurs entre 0 et 12 h d'autant plus faible que ces mères sont âgées. Seule une activité de tétée plus faible chez les agneaux issus des mères les plus âgées semble pouvoir expliquer ce résultat.
L'augmentation de la mortalité observée dans ce troupeau chez les agneaux nés de mères âgées pourrait donc résulter d'une insuffisance de la transmission de l'immunité colostrale.

J.L. MARTEL; M. CONTREPOIS, H.C. DUBOURGUIER, J.P. GIRARDEAU, Ph. GOUET, C. BORDAS, F. HAYERS, A. QUILLERIET-ELIEZ, J. RAMISSE et R. SENDRAL. Fréquence de l'antigène K99 et antibiorésistance chez *Escherichia coli* d'origine bovine en France. *Ann. Rech. vet.*, 1981, 12 (3), 253-257.

Au cours de l'hiver 1979-80, une enquête sur l'étiologie infectieuse des diarrhées néo-natales des veaux en France, a permis d'isoler *E. coli* K99$^+$ sur 8,2 p. 100 des veaux considérés comme sains et 18,9 p. 100 de veaux malades.
Ces isolements concernent surtout de très jeunes veaux, malades avant l'âge de 4 jours. Il est possible qu'une partie des veaux considérés comme sains le jour du prélèvement aient eu la diarrhée les jours suivants.
Ces résultats établis à partir de 147 veaux sains et 1053 veaux malades confirment ceux obtenus lors d'enquêtes précédentes concernant des échantillonnages plus restreints. Ils montrent que la recherche des *E. coli* K99$^+$ présente un intérêt manifeste dans les cas de diarrhée liquide survenant chez les très jeunes veaux quel que soit le type d'élevage.
L'étude de l'antibiorésistance de 607 souches d' *E. coli* K99$^-$ et 104 souches d' *E. coli* K99$^+$ isolées chez des veaux diarrhéiques révèle chez toutes ces souches des fréquences d'antibiorésistance très élevées vis-à-vis de six antibiotiques. Dans tous les cas, ces fréquences sont supérieures chez les K99$^+$.

B. PERRIN, J.L. MARTEL, M. SOLSONA, M. CONTREPOIS, H.C. DUBOURGUIER, J.P. GIRARDEAU, Ph. GOUET, C. BORDAS, F. HAYERS, A. QUILLERIET-ELIEZ, J. RAMISSE et R. SENDRAL. Fréquence du rotavirus et de l'association rotavirus et *Escherichia coli* K99 chez des veaux de quelques départements français. *Ann. Rech. vet.*, 1981, 12 (3), 259-263.

La recherche du rotavirus dans les fèces de 789 veaux diarrhéiques s'est révélée positive dans 48 % des cas. Le même travail effectué sur 96 animaux sains montre que 12,5 % de fèces contiennent du rotavirus. Il apparaît que ces derniers ne constituent pas tous de véritables « témoins sains ». L'assocation rotavirus et *E. coli* K99$^+$ est retrouvée sur 5 % des animaux malades, âgés de moins de 15 jours.

M. IVAN et M. LAMAND. The influence of intraruminal and intraduodenal infusion of picolinic acid on metabolism of ^{65}Zn in sheep. *Ann. Rech. vet.*, 1981, 12 (4) 337-344.

INFLUENCE DE L'ACIDE PICOLINIQUE INFUSÉ PAR VOIE INTRA-RUMINALE OU INTRA-DUODÉNALE SUR LE MÉTABOLISME DU ^{65}Zn CHEZ LE MOUTON. — Deux expériences ont visé à étudier l'influence de l'acide picolinique sur le métabolisme du zinc chez le mouton. Dans la première expérience, les moutons ont reçu de l'eau par perfusion dans le duodénum et de l'acide picolinique dans le rumen ou le duodénum. Tous les animaux ont reçu du ^{65}Zn par voie intra-duodénale. Dans la seconde expérience les moutons ont reçu par voie intra-duodénale de l'eau ou de l'acide picolinique et une injection intraveineuse de ^{65}Zn. Des échantillons d'urine, fèces, plasma ou digesta ont été obtenus journellement. La perfusion d'acide picolinique n'a pas modifié l'excrétion fécale ou la sécrétion endogène du radiozinc mais a augmenté l'excrétion urinaire du radioisotope ainsi que la solubilité du zinc dans le rumen. En revanche, la solubilité du zinc dans le contenu digestif duodénal ou iléal n'a pas été modifié par le traitement. On peut conclure qu'un apport exogène d'acide picolinique ne permet pas d'augmenter l'absorption du zinc chez les ruminants.

J. BARNOUIN, M. MIALOT et D. LEVIEUX. Evaluation de la pathologie hépatique des bovins sur un prélèvement de sang. Relations avec l'histopathologie. *Ann. Rech. vet.*, 1981, 12 (4), 363-369.

Après observation visuelle à l'abattoir des foies de vaches de réforme, on a formé trois groupes de 12 animaux, soit un groupe à foies normaux (N), un groupe à foies avec cholangite distomienne (CD), et un groupe à foies lésés de manière importante et généralisée (AN), L'étude histopathologique a précisé la nature des lésions hépatiques, et a confirmé la validité de la formation des trois groupes d'animaux. Des tests sanguins ont été réalisés, et on a mis en relation les résultats des tests avec la nature des lésions trouvées sur les trois groupes d'animaux. La γ-GT, la GLDH, l'albumine, les globulines et les protéines totales ont permis de différencier le groupe N des deux autres groupes. Les deux groupes de foies lésés (CD et AN) ont été différenciés par la GLDH et l'albumine. Un test immunologique de dépistage de la fasciolose a confirmé que l'origine des lésions observées était principalement l'infestation distomienne. En conclusion, un « profil hépatique » à partir d'un prélèvement de sang sur bovins devrait comprendre les dosages de la γ-GT, de la GLDH, de l'albumine et un dépistage spécifique de *Fasciola hepatica.* Les autres éléments de diagnostic qui pourraient compléter ce profil sont présentés.

M. IVAN, M. LAMAND, C.A. KELLEHER et J. MASON. Exchange of digesta via duodenal cannula in sheep. A technique useful for absorption studies with labelled compounds. *Ann. Rech. vet.*, 1981, 12 (4), 379-383.

ÉCHANGE DE DIGESTA PAR CANULE DUODÉNALE RÉENTRANTE CHEZ LE MOUTON, UNE TECHNIQUE UTILE POUR MESURER L'ABSORPTION DE NUTRIMENTS MARQUÉS. — Une technique pour mesurer séparement l'absorption et le métabolisme de nutriments marqués dans les estomacs ou l'intestin a été mise au point chez le mouton. La technique peut mettre en jeu deux ou trois moutons porteurs d'une canule duodénale réentrante.
Les contenus digestifs sont échangés au niveau du duodénum entre les deux ou trois moutons.
Le transfert de digesta est assuré en conditions anaérobies.
La technique permet de quantifier l'absorption et le métabolisme du radioélément respectivement avant et après le duodénum.

G. CABELLO et D. LEVIEUX. Absorption and half-life of bovine, caprine and ovine IgG1 in the newborn lamb. Effect of experimental prematurity and endocrine factors. *Ann. Rech. vet.*, 1981, 12 (4), 421-429.

ABSORPTION ET DEMI-VIE DES IgG1 BOVINE, CAPRINE ET OVINE CHEZ L'AGNEAU NOUVEAU-NÉ. EFFET DE LA PRÉMATURITÉ EXPÉRIMENTALE ET DE FACTEURS ENDOCRINIENS. — L'influence de la prématurité expérimentalement induite et de facteurs endocriniens sur l'absorption et la demi-vie des IgG1 a été étudiée chez l'agneau nouveau-né de race Limousin × Romanov. Six animaux à terme et six prématurés ont été nourris au biberon avec un colostrum bovin identique pendant les 32 premières heures de la vie, alors que six agneaux à terme et sept prématurés ont reçu le même colostrum, un colostrum caprin, puis un colostrum ovin, respectivement 2 h, 8 h et 16 h post-partum. Dans le premier groupe, les taux plasmatiques maximum d'IgG1 n'étaient pas influencés par la prématurité ; cependant la durée de la période d'absorption des immunoglobulines semblait plus importante chez les agneaux prématurés. Dans le second groupe, l'absorption des IgG1 bovines ingérées au premier repas était déprimée chez les animaux prématurés alors qu'aucune différence ne persistait pour les IgG1 caprines ingérées au second repas ; par contre, les IgG1 ovines du troisième repas étaient mieux absorbées que chez les agneaux à terme.

Les résultats obtenus confirment l'importance de la fonction thyroïdienne pour l'obtention et le maintien d'une bonne immunité passive : les taux plasmatiques néonataux de T4 étaient négativement corrélés avec les concentrations plasmatiques maximales d'IgG1 dans le premier groupe d'agneaux, et positivement corrélés avec la demi-vie des IgG1 chez tous les animaux. D'autre part, la cortisolémie néonatale était en corrélation négative avec l'absorption des IgG1, au moins pendant les premières heures de la vie.

La demi-vie plasmatique des IgG1 caprines n'était pas modifiée par la prématurité induite, et était similaire à celle des IgG1 bovines chez les agneaux prématurés. Cependant, la demi-vie des IgG1 bovines était plus faible chez les animaux à terme que chez les prématurés. Ces observations suggèrent qu'un processus de « détection » des IgG1 hétérologues pourrait apparaître et se développer chez le fœtus ovin, au cours des neuf derniers jours de gestation.

A. SAFWATE, Marie-Jeanne DAVICCO, J.P. BARLET, P. DELOST. Sodium and potassium in blood and milk and plasma aldosterone levels in high-yield dairy cows. *Reprod. Nutr. Dev.*, 1981, 21 (4), 601-610.

J.M. BESLE, B. LASSALAS, P. THIVEND. Digestion des glucides cytoplasmatiques de la féverole par le veau préruminant. *Reprod. Nutr. Dev.*, 1981, 21 (5A), 629-649.

J.P. JOUANY, B. ZAINAB, J. SENAUD, C.A. GROLIERE, J. GRAIN, P. THIVEND. Role of the rumen ciliate protozoa *Polyplastron multivesiculatum, Entodinium* sp. and *Isotricha prostoma* in the digestion of a mixed diet in sheep. *Reprod. Nutr. Dev.*, 1981, 21 (6A), 871-884.

Résumé. A l'aide de six moutons dont le rumen est (1) défauné ou (2) mono-inoculé avec le genre *Polyplastron* (*P*) ou *Entodinium* (*E*) ou *Isotricha* (*I*), ou (3) inoculé avec deux d'entre eux *P* + *I* ou *P* + *E* ou *E* + *I*, ou (4) inoculé avec une faune conventionnelle, nous avons étudié l'influence de ces trois principaux genres de Protozoaires ciliés les plus fréquemment rencontrés sur la digestion d'un régime mixte contenant 50 p. 100 d'orge et 40 p. 100 de luzerne déshydratée. Les mesures ont porté sur la détermination de la digestibilité de la ration ainsi que sur les différents paramètres de la digestion au niveau du rumen. Nous avons également tenté de préciser l'influence de l'inoculation de chacun des trois genres étudiés sur la population bactérienne du rumen.

L'implantation de chacun des Ciliés dans les rumens défaunés a toujours été réussie. Par contre, il n'a jamais été possible d'obtenir l'état *P* + *E* car *E* a systématiquement et irréversiblement disparu en présence de *P* quel qu'ait été l'ordre des inoculations. La digestibilité de la matière organique et de l'ADF (acid detergent fiber) de la ration a été améliorée après l'inoculation de *E* et surtout de *P* dans les rumens non faunés (fig. 1). La présence d'une faune plus complexe n'a pas accentué cet effet. L'action de *I* a été significativement négative sur chacun des deux paramètres. La digestibilité de l'azote a toujours été accrue après l'implantation des ciliés, mais de manière non significative.

Au niveau du rumen, on a observé généralement une augmentation de la concentration en acides gras volatils (AGV) consécutive à l'inoculation des animaux défaunés (tabl. 1). Cette augmentation a été confirmée par une baisse de la valeur du pH sauf chez les animaux mono-inoculés avec *P*. La composition du mélange des AGV a été fortement influencée par la présence de *E* : le pourcentage molaire de l'acide propionique a augmenté alors que celui des acides acétique et butyrique a diminué. Les résultats sont corroborés par la réduction du rapport CH_4/CO_2 dans les gaz du rumen. Avec *P*, la proportion en acide butyrique

a augmenté tandis que celle en acide propionique a diminué. Avec *I* inoculé seul, la teneur en acide lactique a fortement augmenté. L'adjonction de *I* à *P* ou *E* a peu modifié la composition du mélange des AGV. La présence d'une faune conventionnelle a orienté les fermentations de la même façon que *P* mais avec des différences qui sont devenues significatives. La concentration en N-(NH_3) du jus de rumen a toujours été plus importante chez les animaux faunés que chez les défaunés (fig. 2).

Enfin, nous avons constaté que la population des ciliés devait atteindre un certain seuil, évalué à environ 1,0 $\times$ 10^6/ml, pour que la concentration totale des bactéries du rumen diminue légèrement (fig. 3). La répartition qualitative des bactéries, évaluée selon leur taille, a été fortement influencée par l'implantation des Ciliés d'une manière dépendante de la nature du Cilié.

P. GUILLOTEAU, R. TOULLEC, P. PATUREAU-MIRAND, J. PRUGNAUD. Importance of the abomasum in digestion in the preruminant calf. *Reprod. Nutr. Dev.*, 1981, 21 (6A), 885-889.

Résumé. Le remplacement de la poudre de lait écrémé par d'autres sources de protéines dans les aliments d'allaitement augmente la vitesse de l'évacuation gastrique des lipides et des protéines. L'utilisation digestive et métabolique de ceux-ci peut alors être influencée défavorablement du fait de leur temps de contact plus court avec les sécrétions digestives agissant dans la caillette et de leur arrivée plus massive dans le duodénum. Le but de cet essai est d'étudier les effets respectifs de ces deux facteurs.

Sept veaux préruminants sont munis d'un cathéter introduit dans le duodénum proximal. Ils reçoivent deux aliments ayant des cinétiques d'évacuation gastrique très différentes et dont les protéines proviennent en quasi-totalité de la poudre de lait écrémé (aliment Témoin) ou en majeure partie d'un concentrat de poisson blanc partiellement hydrolysé (aliment Poisson) (tabl. 1). Les laits de remplacement sont soit ingérés par les animaux, soit infusés lentement ou rapidement dans le duodénum de manière à simuler les vitesses d'évacuation gastrique observées précédemment (Guilloteau *et al.*, 1975) pour les matières azotées de deux aliments très voisins de ceux utilisés dans cet essai.

Le fait de court-circuiter la bouche et la caillette ne semble pas avoir d'incidence importante sur l'état sanitaire des animaux notamment sur la fréquence des diarrhées (fig. 1). La digestibilité apparente de chaque aliment diminue lorsqu'il est infusé dans le duodénum à la vitesse d'évacuation gastrique de ses matières azotées (infusion lente pour l'aliment Témoin, infusion rapide pour l'aliment Poisson) (tabl. 2) ; l'infusion à une vitesse supérieure (infusion rapide pour l'aliment Témoin) accroît cet effet ; l'infusion à une vitesse inférieure (infusion lente pour l'aliment Poisson) l'annule. Ceci est plus marqué pour les lipides et les minéraux que pour les matières azotées.

L'infusion lente de l'aliment Poisson a peu d'influence sur la composition en acides aminés des fèces (tabl. 4). En revanche, l'infusion rapide de l'aliment Témoin paraît entraîner une diminution de la proportion relative des protéines microbiennes au profit de fractions particulières desprotéines du lait (phosphopeptides riches en sérine et en acide glutamique des caséines α_{s1}, α_{s2} et β).

Les teneurs sanguines en acides aminés libres, mesurées lors de la simulation de l'évacuation gastrique de chaque aliment sont voisines de celles observées lors de l'ingestion (tabl. 5). Avec chacun des deux régimes, ces teneurs sont plus élevées quand l'aliment est infusé rapidement que lorsqu'il est infusé lentement.

En conclusion, le temps de séjour dans la caillette et la vitesse d'arrivée dans le duodénum ont une influence importante sur la digestion des protéines et surtout sur celle des lipides et des minéraux ainsi que sur l'utilisation métabolique des acides aminés.

Les reproductions partielles ou complètes d'articles extraits de ce bulletin doivent être référencées avec précision.
Les indications de référence figurent au haut de la première page de chaque article

Directeurs de la Publication : C. MALTERRE et A. HODEN

I.N.R.A. Publications - Route de St Cyr - 78000 Versailles

Dépot légal : *3ème trimestre 1982*